

압축 폐지 내 섬유상 원료의 재활용성 평가

김형진, 고승태, 이태주, 엄기증
국민대학교

1. 서 론

최근 지구 온난화 및 사막화의 영향으로 목재 자원의 이용은 제한을 받고 있지만 종이 소비량은 지속적으로 증가하는 추세이다. 이에 대응하기 위하여 각국은 폐지를 수집하여 재활용하는 비율이 크게 증가하고 있으며, 우리나라의 경우에 있어서도 폐지 회수율은 1990년 40.4%, 2002년 64.2%, 2006년 75.4%으로 매우 높은 수준을 보이고 있다. 회수된 폐지는 수백 킬로그램의 압축 베일 형태로 제지 공장으로 공급되고 있다. 이와 같은 폐지 회수를 통한 섬유 재활용은 원가 절감 및 산림자원보전 효과를 향상시켰으나 다량의 재활용 섬유는 공정상에서 종이의 물리적, 광학적 특성 저하 및 각종 공정상 문제를 유발하고 있다. 본 연구에서는 제지 공정에서 섬유상 원료로 사용하고 있는 압축 폐지 내의 섬유상 원료의 특성을 분석함으로써 폐지의 재활용성을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

재활용 섬유의 특성을 평가하기 위해 국내 A사의 압축 폐지 베일에서 채취한 KOCC(Korean Old Corrugated Container), AOCC(American Old Corrugated Container), 크라프트 폐지를 공시재료로 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 수초지 제작

KOCC, AOCC, 크라프트 폐지를 4% 저농도 펄퍼를 이용하여 1500 rpm으로 30분간 해리를 실시했다. 조성된 지료를 ISO 방법에 의거하여 평량 80g/m²의 수초지를 제작하였으며 드럼드라이어에서 115℃, 40mm/min 조건으로 건조하였다.

2.2.2 재활용 섬유의 분석

해리된 지료의 섬유 분석은 Techpop morfi analyzer를 이용하여 섬유장, 조도, 미세분, shive를 측정하였으며 해리된 지료의 섬유, 플레이크, 미세분의 비율을 측정하였다.

제작한 수초지의 물리적 특성 평가는 23℃, 50% RH의 조건으로 24시간 조습처리하였으며 ISO 방법에 의거하여 인장강도, 압축강도, 파열강도, 휨강성을 측정하였다.

광학적 특성을 탐색하기 위하여 L, a, b 값과 백색도, 불투명도를 측정하였고 GSA Image Analyzer를 이용하여 dirt를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 원료에 따른 재활용 섬유의 특성

Table 1에서와 같이 KOCC는 다른 원료들과 비교하였을 때 섬유장이 짧고 미세분 함량이 높았으며 이는 KOCC가 리사이클링을 수차례 반복하여 단섬유화가 이루어졌기 때문으로 판단된다. AOCC와 크라프트 폐지의 경우 섬유장, 조도, 미세분의 특성은 유사했지만 AOCC가 shive를 더 많이 포함하고 있었다.

Table 2는 해리된 지료를 정선과정을 통해 섬유, 플레이크, 미세분을 분급한 결과로써 Table 1에서 나타나지 않은 지료 내 섬유와 플레이크 비율을 나타냈다. 미세분 함량은 KOCC가 가장 높았으며 플레이크 함량은 AOCC가 가장 높았다.

Table 1. The fiber properties of stock

	Fiber length(μm)	Coarsness(mg/m)	Fine(%)	Shive(%)
KOCC	951	0.25	11.70	0.46
AOCC	1298	0.36	8.44	2.16
Waste kraft paper	1284	0.34	7.75	0.43

Table 2. The fiber, flake and fine contents of stock

	Fiber(%)	Flake(%)	Fine(%)
KOCC	65.16	1.76	33.08
AOCC	69.00	5.45	25.55
Waste kraft paper	72.40	2.77	24.84

3.2 원료에 따른 물리적 특성

KOCC, AOCC, 크라프트 폐지로 제작한 수초지의 인장강도와 파열강도 측정결과를 각각 Fig. 1과 Fig. 2에 나타냈다. 섬유장이 짧은 KOCC가 가장 낮은 강도를 보였으며, 섬유 특성이 유사한 AOCC와 크라프트 폐지는 강도 차이가 크지 않았다.

Fig. 3은 압축강도 측정결과이며 Fig. 4는 휨강성을 측정된 결과이다. 두 강도 모두 인장강도, 파열강도와 비슷한 경향을 보였으나 각각의 원료 간의 강도는 큰 차이를 보이지 않았다.

강도 측정 결과 크라프트 폐지로 제조한 수초지가 KOCC와 AOCC로 제조한 수초지보다 높은 강도를 보이는 경향이 있었다. 이와 같은 특징은 크라프트 폐지의 섬유가 KOCC의 섬유보다 섬유장이 길고, 크라프트 폐지의 지료가 AOCC의 지료보다 낮은 플레이크 함량을 나타낸 결과로 판단된다.

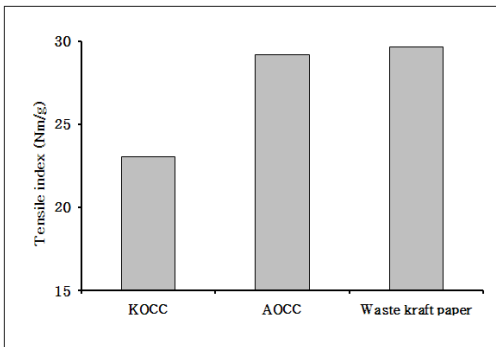


Fig. 1. Tensile index of sheets

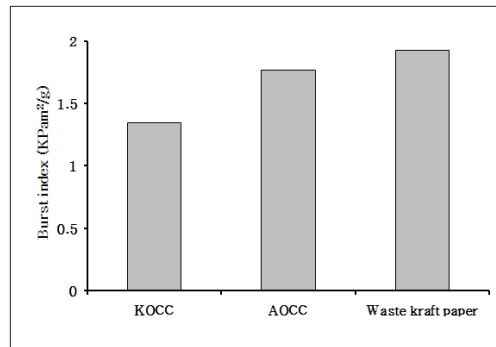


Fig. 2. Burst index of sheets

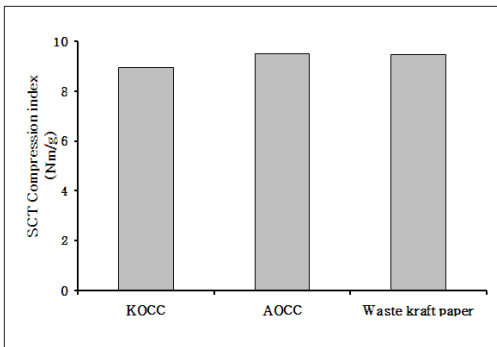


Fig. 3. SCT index of sheets

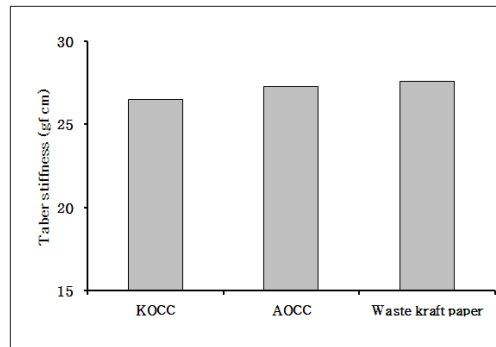


Fig. 4. Taber stiffness of sheets

3.3 원료에 따른 광학적 특성

Table 3은 KOCC, AOCC 및 크라프트 페지를 원료로 제작한 종이 시트의 L, a, b, 백색도, 불투명도를 측정된 결과이다. L값과 백색도의 경우 KOCC가 AOCC와 크라프트 페지보다 높은 값을 나타냈고, a와 b 값의 경우 AOCC가 KOCC와 크라프트 페지보다 높은 값을 나타냈다. 불투명도의 경우는 지료에 따라 차이를 보이지 않았다.

Table 3. The optical properties of handsheets

	L	a	b	Brightness	Opacity(%)
KOCC	61.33	2.29	11.10	28.07	99.51
AOCC	54.91	4.15	14.08	19.31	99.18
Waste kraft paper	55.12	2.92	13.47	19.98	99.13

Figs. 5-8은 제작한 종이시트를 스캐너로 스캔한 이미지를 단색 비트맵 형식으로 변환한 결과이며 AOCC와 크라프트 페지로 제작한 종이 시트가 KOCC로 제작한 종이 시트에 비하여 dirt가 많은 것을 육안으로도 알 수 있었다. 또한 Figs. 5-8의 이미지를 Image analyzer를 이용하여 dirt의 면적을 수치로 계산한 결과를 Table 4에 나타냈다.

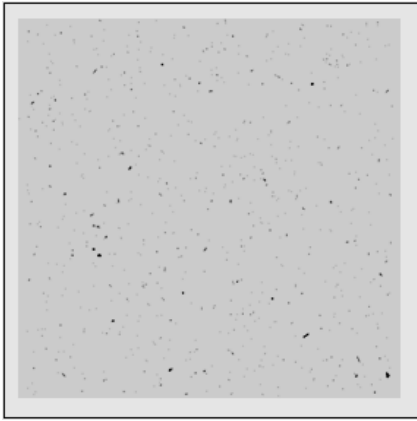


Fig. 5. Scan image of handsheet with KOCC.

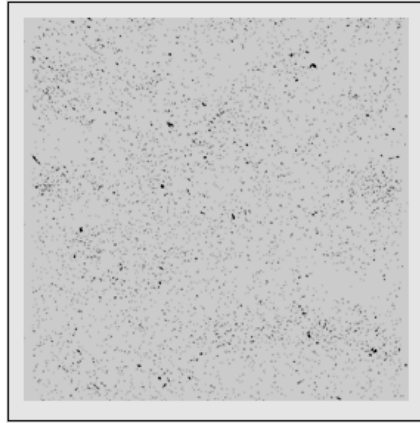


Fig. 6. Scan image of handsheet with AOCC.

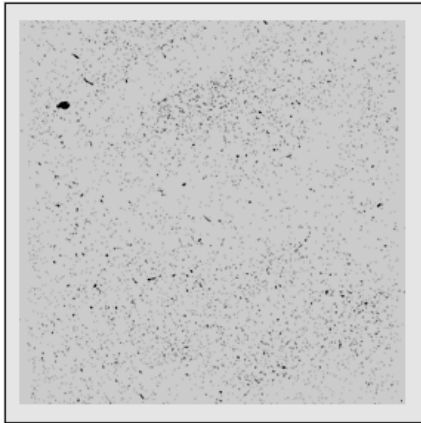


Fig. 7. Scan image of handsheet with waste kraft paper.

Table 4. Dirt area of sheets

	Dirt area(%)
KOCC	0.30
AOCC	1.83
Waste kraft paper	1.42

4. 결 론

압축 폐지 내 섬유상 원료의 재활용성을 평가하기 위하여 KOCC, AOCC 및 크라프트 폐지의 섬유특성과 물리적 특성, 광학적 특성을 조사하였다.

섬유특성은 수차례 재활용을 반복한 KOCC가 AOCC와 크라프트 폐지에 비하여 짧은 섬유장과 높은 미세분 함량을 나타냈다.

물리적 특성은 KOCC를 원료로 한 수초지가 AOCC 및 크라프트 폐지를 원료로 한 수초지보다 열등한 인장강도, 파열강도, 압축강도, 휨강성을 나타냈고 이와 같은 결과는 지료의 섬유특성으로 부터 기인한 것으로 판단된다.

광학적 특성은 KOCC, AOCC 및 크라프트 폐지를 원료로 제작한 수초지의 L, a, b 값 및 백색도, 불투명도, dirt area를 측정했으나 뚜렷한 경향성을 보이지 않았다.

차후 본 실험의 결과를 바탕으로 다양한 원료 분석 및 보완 실험을 통해 압축폐지 내 섬유상 원료의 재활용성 평가 지수를 도출하고, 재생지를 생산하는 데 있어서 효율적인 재생 펄프 사용 지침을 제시하고자 한다.

5. 참고 문헌

1. 원종명, 고해 조건과 평량이 라이너 판지의 휨강성에 미치는 영향, J.Korea TAPPI 36(3):44~51(2004)
2. 황중열, 윤승락, 골판지 원지 제조용 압축고지 내의 이물질 종류 및 재생섬유의 특성, J.Korea TAPPI 39(3):1~11(2007)
3. Jorma E.Torniainen, Liva S.A. Soderhjelm, and Geoffrey Youd, Results of automatic dirt counting using transmitted light, Tappi Journal, 82(1) (1999)
4. Abuakr, S.M., Scott, G.M.and Klungness, J.H., Fiber fractionation as a method of improving handsheet properties after repeated recycling, Journal of Japan, 78(5) (1995)