

골판지 원지 제조용 압축고지 내의 이물질 종류 및 재생섬유의 특성

황종열 · 윤승락[†]

(2007년 4월 15일 접수: 2007년 8월 24일 채택)

Type of Foreign Materials in Waste Paper Used for the Manufacture of Linerboard and Physical Properties of Recycled Fibers

Jong-Yeol Hwang and Seung-Lak Yoon[†]

(Received April 15, 2007: Accepted August 24, 2007)

ABSTRACT

To evaluate the quality of waste paper used for the manufacture of linerboard, the types of papers and foreign materials in compressed waste paper currently used were investigated. The recycled fibers were obtained from printing paper, newspaper, wrapping paper, white coated paperboard and corrugated container. Their fibers were observed by using a microscope, and the mechanical properties of the recycled papers manufactured from the recycled fibers were investigated.

The compressed wastepaper was composed of 54% paperboard, 20% printing paper, and 20% newsprint. The content of foreign materials was about 4%, showing higher contents compared to 1% of foreign substances provided by Korea paper manufacturers' association. The types of foreign materials were various, which include vinyls, plastics, metals, woods, styrofoams, and cloths.

Sound fibers were generally observed in the recycled fibers of printing papers and wrapping paper. The recycled fibers of white coated board, corrugated container and newsprint showed to be generally damaged. The whiteness of each recycled fiber were highly affected by pulp bleaching and ink-particle mixing conditions. The values of breaking length and burst index were lower than those for corrugating medium and liner board specified in K.S. Although the anatomical characteristics of recycled fibers var-

• 진주산업대학교 인테리어재료공학과(Department of Interior Materials Engineering, Jinju National University, Jinju, 660-758, Korea)

† 주저자(Corresponding author):E-mail:slyoon@jinju.ac.kr

ied, their strengths appeared to be similar. This result may be explained by the use of non-deinked fiber.

Keywords : waste paper, compressed waste paper, foreign materials, recycled fiber, physical properties

1. 서론

채륜에 의해 종이 발명되면서 원료는 대부분 마섬유가 사용되었다. 그러나 종이의 대량 생산을 위해 초지기가 개발되면서 1년생 식물의 섬유로는 원료공급이 원활하지 못해, 약 160년 전부터 종이의 원료로 목재 섬유가 사용하기 시작하여 종이의 대량생산 체제를 구축하였고, 종이의 종류도 다양해졌다.

최근 지구환경의 변화로 온난화, 사막화가 진행되고 있다. 산림은 지구 환경 보호에 매우 큰 역할을 하고 있기 때문에 고정탄소 유지 방안, 이산화탄소 배출량 감소 정책 등으로 목재 자원의 이용 제한을 받고 있다. 전세계적으로 종이, 판지의 소비량이 매년 2-3% 증가하고 있는데 종이의 주원료인 목재의 공급이 가장 시급한 실정이다. 이에 목재섬유를 대체할 수 있는 비 목재섬유의 개발이 시급한 실정이다. 최근에는 케나프¹⁾, 대나무²⁾ 등 비목재 펄프에 대한 연구가 진행되고 있다.

한편, 고지(폐지)를 회수하여 재생섬유로 사용하는 것도 산림을 보호하는 또 다른 방법이다. 고지 1톤을 재활용하면 30년생 나무 20그루를 벌채 안 해도 된다. 펄프 1톤을 생산하기 위해 공장에서 사용하는 에너지와 그 에너지를 생산하기 위해 화력발전소에서 발생하는 일산화탄소까지 계산한다면 30년생 20그루 보호한다는 것 이상의 효과가 있다.

고지이용의 중요성이 강조되고 있지만 한편으로는 회수이용의 한계점을 생각하지 않으면 안 된다. Oye³⁾는 시장성을 갖고 재생 가능한 원료로서의 고지 회수이용율의 상한선을 72.6%로 계산하였다. 현재 우리나라의 고지 회수율은 71.8%⁴⁾에 이르고 있다. 일본의 경우는 약 80%이다.

현재 국내에서는 골판지 원지 제조공장에서는 고지를 탈묵하지 않은 상태에서 그대로 해리시켜 제조하고 있다. 원료가 되는 고지는 약 800 kg 정도의 종이를 일정한 크기로 만든 일명 압축고지가 제지공장에 들어오고 있다. 고지 수집과정에서 함께 들어온 이물질은 완

전히 제거하지 않았기 때문에 압축고지 내에는 상당한 여러 종류의 이물질이 포함되어 있다. 이물질 제거와 탈묵은 제조원가를 상승시키기 때문에 그 공정을 배제하고 원지를 제조하고 있다. 이런 관계로 종이의 강도적 성질은 매우 약하다.

고지 이용은 상당히 중요하기 때문에 오래전부터 신문용지⁵⁾, 인쇄용지⁶⁾, 복사용지⁷⁾, 백상지⁸⁾의 탈묵, 골판지 고지⁹⁾의 물리 및 화학적 처리, 탈묵공정의 부유부상법¹⁰⁾과 효소처리법¹¹⁾ 등 많은 연구가 행해졌다. 그러나, 고지내의 이물질의 종류 및 함량에 대한 조사와 고지종류별 재생섬유의 섬유형태와 미탈묵 상태에서 시트의 물리 및 강도적 성질에 관한 연구는 그다지 많지 않다.

본 연구에서는 압축고지 내의 폐지 종류별 재생섬유의 품질을 평가하기 위하여 골판지 원지 제조 공장에 입하되는 압축고지의 내에 들어 있는 이물질의 종류 및 함량에 대하여 조사하고 신문용지, 인쇄용지, 골판지, 백판지, 포장용지로 분류하여 각 폐지의 재생섬유를 현미경으로 관찰하고 미 탈묵 상태에서 수초지를 제조하여 종이의 물리 및 강도적 성질에 대하여 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

공시재료는 진주시 소재 골판지원지를 제조하는 (주)삼양제지에 입하된 무게 약 800 kg 정도의 압축고지였으며 이로부터 폐지 및 각종 이물질을 정량하였다. 고지는 압축고지에서 인쇄용지, 신문용지, 포장용지, 백판지, 골판지로 분류하여 채집하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 압축고지 내 종이의 종류 및 이물질

압축고지 내에 들어 있는 폐지 및 이물질의 종류 및 함량은 압축고지 한 묶음에서 샘플을 채취하여 조사하였다.

이물질은 계절별로 수집된 압축고지 내에서 비닐류, 플라스틱류, 금속류, 무기물류, 건축 폐기물류 등을 분류하여 조사하고, 종이 및 이물질의 함량은 무게 비율로 계산되었다.

2.2.2 재생섬유의 현미경 관찰

각 종 고지(인쇄용지, 신문용지, 포장용지, 백판지, 골판지)의 섬유를 헤리시커 사프라닌으로 염색하여 영구 프레파라트를 제조하였다. 각 고지의 섬유는 광학현미경과 편광현미경을 사용하여 관찰하고, 사진을 촬영하였다.

2.2.3 재생섬유 여수도 측정 및 수초지 제조

고지의 재생섬유 여수도 측정은 KS M 7024의 Schopper-Riegler법에 의해 측정하였다. 수초지는 고지 종류별로 헤리시킨 재생섬유를 KS M 7030의 방법에 의해 평량 60 g/m²가 되도록 제조하였다. 현 공장에서 고지는 고해하지 않은 상태에서 초지기에 공급되기 때문에 수초지 제조 전에 각 종이의 재생섬유를 일정한 여수도로 고해하지 않았다.

2.2.4 수초지의 물리 및 강도적 성질

종이 두께 및 밀도는 KS M 7021, 백색도 KS M 7026, 열단장 KS M 7014, 파열지수 KS M 7017, 인열지수 KS M 7016에 의해 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 압축고지 내 폐지 및 이물질의 함유량

압축고지 내의 폐지의 종류와 이물질의 함유량은 Table 1과 같다.

압축고지 내에 제일 많이 들어 있는 종이는 골판지로써 46%이다. 백판지의 7%와 합하면 50%가 넘는다. 인쇄용지와 신문용지는 각각 약 20%정도 함유되어 있었다. 고지 내 이물질의 양이 4%로서 한국제지공업연합

회와 한국제지공업협동조합에서 규정한 이물질의 양 1%이하, 한국산업규격의 폐지(KS M 7610)에서 규정되어 있는 이물질 허용량에 비해 매우 많은 양이다.

한국제지공업연합회와 한국제지공업협동조합¹²⁾에서 정한 폐지 검수 표준 기준에서 협잡물과 금기물에 대한 기준이 정해져 있다. 협잡물은 설비에 손상을 주지 않으나 원료로서 부적합하여 사용이 불가능한 물질로서 비닐, 스티커, 천 조각, 부패 폐지, 불탄 폐지 등이 이에 속한다. 금기물은 설비에 손상을 줄 위험이 있거나 제품 품질에 심각한 손상을 초래할 수 있는 물질로서 금속, 나무 조각, 돌덩이, 유리, 고무, 플라스틱, 양초, 기름종이 등이 이에 속한다. 고지 내 협잡물의 포함비율은 1%이하, 금기물은 0%로 규정하고 있다. 고지의 함수율은 12%이하로 규정되어 있다.

한국산업규격에서 폐지(KS M 7610)¹³⁾의 종류는 폐백상지, 폐화이트레저, 폐잡지, 폐신문, 폐골판지 등 5종류로 구분하였다. 이어 폐지 내 이물질을 A류(종이 제조에 장애가 되는 물질), B류(장애가 되지 않는 물질)로 구분하였다. A류의 이물질은 돌, 유리, 금속, 토사, 목편, 플라스틱류, 천류, 천 테이프, 비닐 테이프 등이다. 이물질(A류)의 함량에 대해서는 폐백상지 0.1% 이하, 폐화이트레저 0.1% 이하, 폐잡지 0.3% 이하, 폐신문 0.3% 이하, 폐골판지 0.5% 이하로 규정되어 있다.

3.2 압축고지 내 이물질

압축고지 내 이물질의 함량은 Table 1에서와 같이 4%(중량)였다. 그 이물질의 종류는 Table 2와 같다. 이물질은 폐지(KS M 7610)의 이물질(A류)을 기준으로 비닐, 플라스틱, 금속, 무기물, 목재, 유리, 스티로폼, 천, 기타로 구분하였다.

한국제지연합회와 한국제지공업협동조합에 규정되어 있는 이물질의 종류 중 본 연구에서 수집된 이물질 중에 먹지, 부패 폐지, 불탄 폐지, 양초, 기름종이는 없었다.

Table 2에서와 같이 압축고지 내의 비닐류는 과자봉지, 비닐 봉지류, OHP 필름, 코팅지 등이 포함되어 있었

Table 1. Paper and foreign materials ratio in compressed waste paper

Paper	Printing paper	News paper	Wrapping paper	White coated paperboard	Corrugated container	Foreign materials
Ratio(%)	21	19	3	7	46	4

Table 2. Foreign materials in compressed waste paper

Vinyl	Cake vinyl bag, Vinyl bag, Vinyl wrapping paper, OHP film, Coating paper
Plastic	Video tape, Music tape, Floppy disk, Ice cream vessel, Drink Pet, Plastic vessel cover, Plastic spoon, Plastic basket, Cosmetic vessel
Metal	Drink can, One time gas vessel, Copy cartridge, Aluminum vessel cover, Calendar bind, Clip, Wire Bottle cover, Foil cutting saw
Inorganic substance	Concrete piece
Wood	Wood piece, Wood chopsticks
Glass	Drink bottle, Bottle piece, Front door glass
Styrofoam	One time lunch basket, Electron goods case, Packing styroform
Cloth	Carpet, Old clothes, Cotton gloves
Exception	String, Net, Battery

다. 플라스틱은 비디오 테이프, 음악테이프, 플로피 디스크, 아이스크림 통, 음료수 pet병, 음식용기 뚜껑, 플라스틱 스푼과 바구니, 화장품 용기 등이 함유되어 있었다.

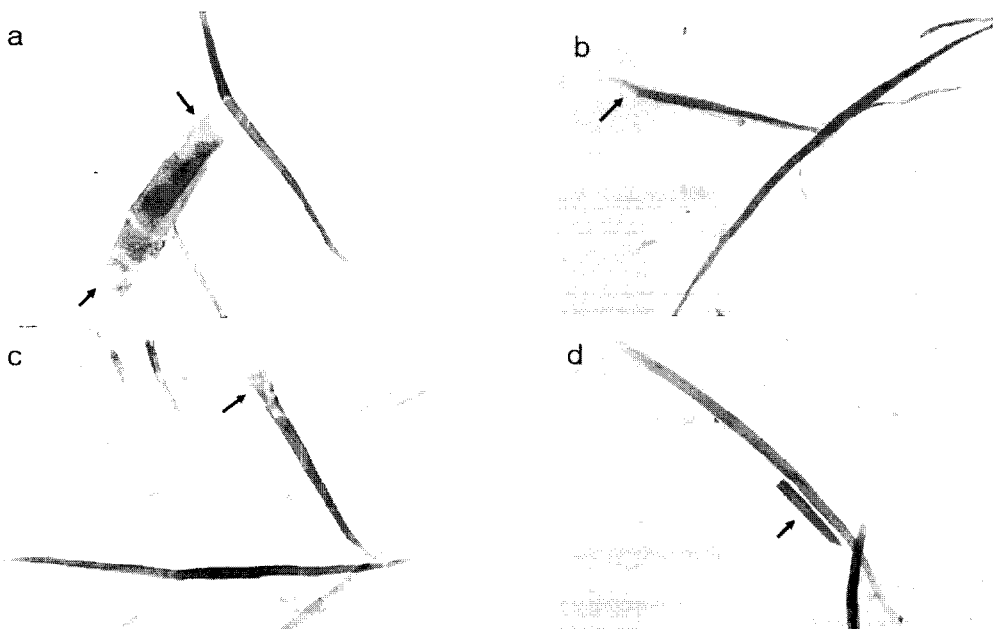
금속류는 음료수 캔, 일회용 가스통, 복사기 카트리지, 알루미늄 용기 뚜껑, 캘린더 철, 클립, 철사, 병뚜껑, 호일절단 톱 등이 들어 있었다. 고지 내에는 클립과 스테이플러 철심이 많이 들어 있다. 그것은 그 금속을 완전히 제거하지 않고 버리기 때문이다.

무기물은 콘크리트 조각이 들어 있었고, 목재는 나무 조각과 나무 젓가락이 들어 있었다. 유리는 대부분

드링크 음료수 병이 많고, 병 조각, 건축용 현관 유리 조각 등이 함유되어 있었다.

스티로폼은 일회용 도시락, 전자 제품 케이스, 건축용 스티로폼 등이 함유되어 있었다. 천은 방석, 현옷, 면장갑 등이 들어 있었고, 노끈, 그물, 건전지 등이 들어 있었다.

압축고지 내의 이물질은 선별되지 않고 섬유 해리기로 들어가 폐지를 해리시킨다, 해리과정 혹은 섬유상태에서 제거된다. 이물질이 전부 제거될 수 없으며, 일부는 초지과정에 유입되어 wire를 오염시키고, 오염된

**Fig. 1. Recycled fibers of printing paper.**

fine wire는 통기성이 저하되어 습기로부터 수분을 제대로 전이 시키지 못하기 때문에 불균일한 건조가 발생된다. 이것은 종이의 강도적 성질 저하의 원인¹⁴⁾이 된다.

3.3 각 종류별 고지의 재생섬유의 특징

3.3.1 인쇄용지

인쇄용지는 일반적으로 버진 펄프를 사용하여 종이를 제조하고 있다. 인쇄용지의 고지에서 재생시킨 섬유는 Fig. 1의 a, b, c, d 이다.

a의 사진에서 손상(화살표시 부분)된 도관과 반쯤 절단된 섬유가 관찰되었다. b, c, d에서는 절단된 단섬유(화살표시 부분)와 건전한 섬유가 관찰되었다. b의 절단된 섬유와 c의 절단된 섬유의 절단된 부분의 형태가 다

르다. d의 절단된 섬유는 섬유의 길이가 짧은 섬유였다.

인쇄용지의 재생섬유는 침, 활엽수 펄프를 혼합하여 종이를 제조하였다. 대부분 버진 펄프를 사용하여 건전한 섬유가 많이 관찰되었고, 절단된 섬유는 섬유표면이 건전한 상태이다.

3.3.2 신문용지

신문용지의 재생섬유는 Fig. 2와 같다.

a의 사진은 신문용지 내의 건전한 섬유를 촬영한 것인데 섬유표면(화살표시 부분)이 벗겨진 상태이다. 그 부분을 확대하여 촬영한 것이 b의 사진이다. 이 섬유는 침엽수의 기계펄프로 추정된다. c의 사진은 도관으로서 일정량의 화학펄프와 재생섬유를 혼합하는데 활엽

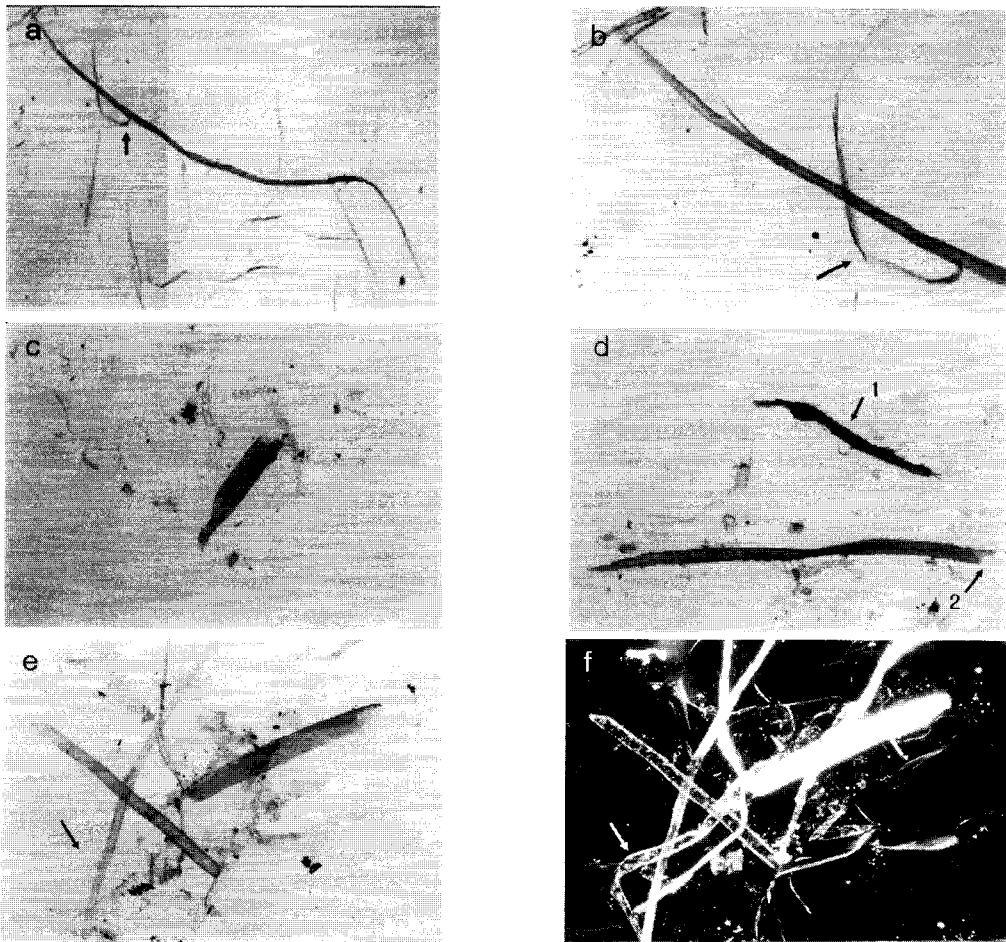


Fig. 2. Recycled fibers of newspaper.

수 펄프를 사용한 것으로 추정된다. d의 사진은 절단된 섬유(화살표시 부분)이다.

e와 f의 사진은 같은 시료를 광학현미경으로(e) 촬영하고 주위의 미세섬유를 관찰하기 위하여 편광현미경으로(f) 촬영한 것이다. e의 사진에서 절단된 2개의 섬유 주위의 미세섬유(화살표시 부분)는 염색되어 있어 잘 구분이 되지 않지만, f의 편광현미경에서 발광되는 부분의 것이 미세섬유(화살표시 부분)들이다.

신문용지의 재생섬유는 대부분의 섬유가 파손, 절단되어 있었다. 건전한 섬유는 표면이 손상되어 있었다. 섬유가 손상되는 과정에서 발생된 미세섬유가 많이 관찰되었다.

3.3.3 포장용지

포장용지는 강도적 성질이 강해야 하기 때문에 그 원료로서 버진 크라프트 펄프를 사용한다.

Fig. 3의 a, b, c, d는 포장용지의 재생섬유이다. 크라프트 펄프는 섬유 자체의 강도적 성질이 강하기 때문에 고해과정 중 섬유가 절단되는 것보다 b의 사진에서처럼 섬유 표면에 피브릴화(화살표시 부분)가 일어난 섬유가 대부분이다. 사진 a, b의 섬유는 절단 및 파손되지 않은 건전한 섬유이며, c와 d의 섬유는 절단되었다. d의

섬유는 절단된 부분이 고해과정 중 섬유벽이 파손(화살표시 부분)된 섬유이다.

포장용지의 재생섬유는 침엽수 버진 크라프트 펄프를 사용하였기 때문에 재생섬유 중에는 도관이 관찰되지 않았다. 한편, 섬유는 절단 및 파손된 섬유가 없고, 대부분 피브릴화된 섬유가 많이 관찰되었다.

3.3.4 백판지

백판지는 일반적으로 도공층, 제1층, 제2층, 중간층, 이면층으로 구성되어 있는 두꺼운 종이다. 도공층은 바인더와 기타 첨가제로 구성된 도공액을 도포하여 만들어진 층이다. 제1층은 표백화학펄프로 구성되어 있고, 제2층은 신문고지 탈묵펄프이며 중간층은 잡고지 펄프로 구성되어 있다. 이면층은 표백화학펄프, 저급 펄프 및 각종 고지로 구성되어 있다. 이렇게 구성된 각 층은 각 역할과 기능을 갖고 있다. 각 층에 구성된 펄프의 종류가 다르기 때문에 백판지의 재생섬유는 여러 종류의 섬유가 존재한다.

백판지의 재생섬유는 Fig. 4와 같다. 사진 a, b, c의 섬유는 모두 절단 및 파괴된 섬유이다. 이렇게 파괴된 섬유는 대부분 중간층에 사용 투입된 섬유로 추정된다.

사진 d는 광학현미경으로 촬영된 것이고, e는 같은

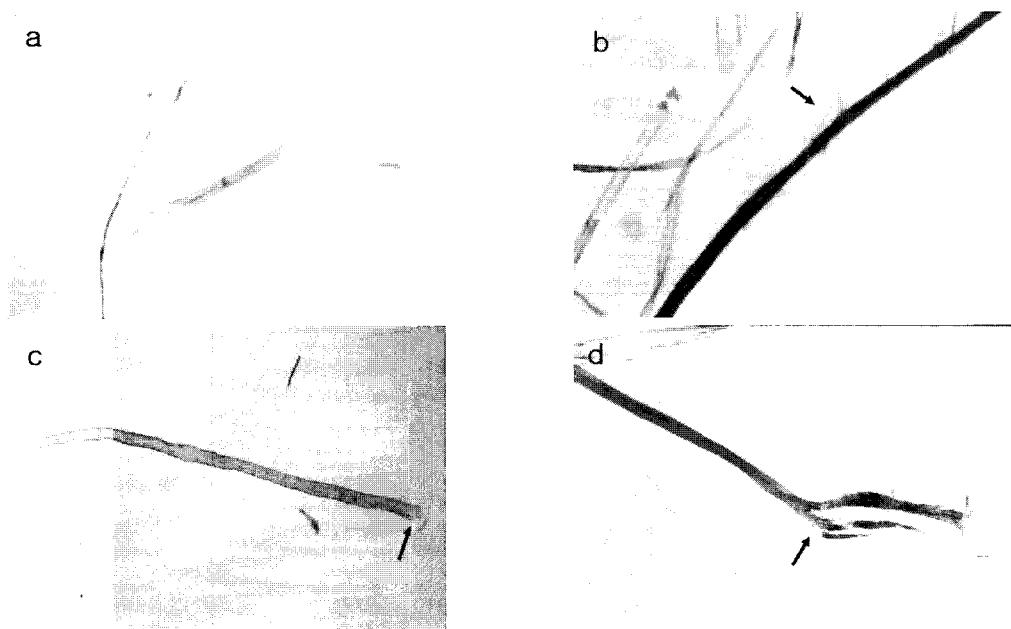


Fig. 3. Recycled fibers of wrapping paper.

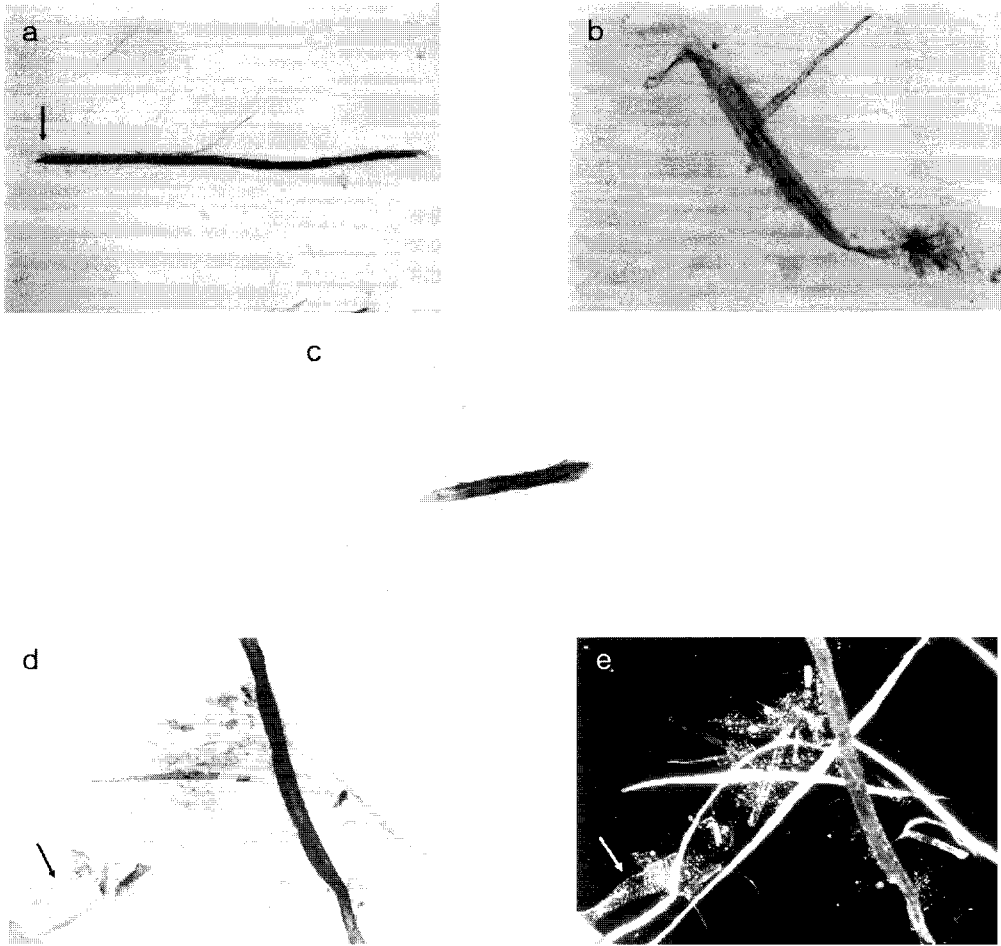


Fig. 4. Recycled fibers of white coated paperboard.

부위를 편광현미경으로 촬영된 것이다. d와 e의 사진에서 보이는 건전한 섬유는 표층에 사용된 섬유로 추정되고, 섬유 주위의 미세섬유는 중간층에 사용된 고지에서 나온 섬유로 추정된다. 편광현미경의 사진에서 보면 미세섬유 중에 도관(화살표시 부분)이 보여 활엽수 섬유도 사용되었음을 추측할 수 있다.

백판지의 재생섬유는 표층의 버진 펄프와 중간층의 저급펄프가 혼합되어 있었다. 재생섬유의 전체적으로 보면 미세섬유와 파손된 섬유가 많이 관찰되었다.

3.3.5 골판지

골판지는 표, 이면의 라이너지와 중간층의 골심지로 구성되어 있다. 표, 이면의 라이너지는 버진 펄프와 중

급펄프를 사용하고, 골심지는 저급펄프를 사용한다.

골판지의 재생섬유는 Fig. 5의 a, b, c, d와 같다. 사진 a, b, c의 섬유는 모두 파손된 섬유이다. d의 섬유는 건전한 섬유이다. 사진 c, d에서는 골심지에 사용한 섬유이기 때문에 섬유의 파편 및 미세섬유가 관찰되었다.

골판지의 재생섬유는 전체적으로 파손된 섬유와 섬유의 파편 및 미세섬유가 많이 관찰되었다.

3.4 각 고지별 재생섬유의 물리 및 강도적 성질

3.4.1 여수도

(주)삼양제지 공장에 입하된 압축 고지 내의 압축고지 내 가장 많이 들어 있는 것은 골판지가 46%이다. 다음으로는 인쇄용지 21%, 신문용지 19%, 백판지 7%,

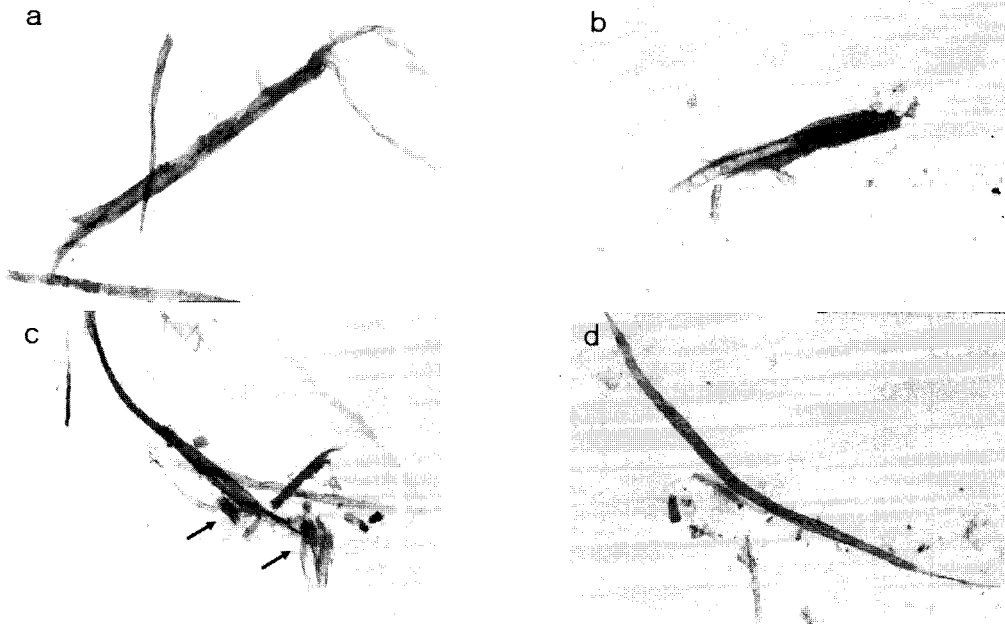


Fig. 5. Recycled fibers of corrugated container.

Table 3. Freeness of each wast paper

Paper	Printing paper	Newspaper	Wrapping paper	White coated paperboard	Corrugated container
Freeness(°SR)	26	62	22	55	29

포장용지 3%였다. 판지류인 백판지와 골판지의 양이 53%로서 고지 내 반 이상 들어 있었다. 그것은 다른 종류의 고지보다 판지의 회수가 용이하기 때문으로 추정된다.

인쇄용지, 신문용지, 포장용지, 백판지, 골판지 재생 섬유 여수도는 Table 3과 같다. 섬유의 여수도는 섬유가 물을 보유하는 정도를 나타내는 것으로 건전한 섬유보다 섬유가 절단되었던가 세포벽이 파괴되거나, 마이크로피브릴의 양이 많은 경우 높은 경향을 보이고 있다.

신문용지, 백판지 재생섬유의 여수도가 50°SR 이상이고, 인쇄용지, 포장용지, 골판지가 22-20°SR 범위이다. 신문용지, 백판지 재생섬유는 섬유의 파괴 및 절단이 일어난 단섬유를 의미하고, 그 외의 섬유의 손상이 비교적 적은 장섬유이다.

목재로부터 제조된 펄프(버진펄프)는 섬유의 손상이 없기 때문에 상대적으로 여수도가 낮고, 재생섬유를 재사용한 종이의 재생섬유는 여수도가 높다.

3.4.2 물리 및 강도적 성질

각 고지에서 얻은 재생섬유를 실험용 초지기로 수초지를 제조하였다. 그 수초지 시트의 물리 및 강도적 성질은 Table 4와 같다.

각 재생섬유의 수초지 백색도는 인쇄용지의 재생섬유가 77.3%, 신문용지는 46.2%, 포장용지는 23.6%, 백판지는 40.1%, 골판지는 29.7%이었다. 인쇄용지는 비교적 희고, 신문용지는 탈목공정을 하지 않아 잉크 때문에 회색을 띠고 있다. 인쇄용지와 신문용지는 표백펄프를 사용하였다. 포장용지, 백판지, 골판지는 미 표백펄프를 사용하여 갈색을 띠고 있는데 순서대로 색상이 짙다.

수초지의 밀도는 인쇄용지의 재생지가 0.56 g/cm³으로 가장 높고, 신문용지와 백판지의 재생지는 0.49 g/cm³이며, 포장용지의 재생지는 0.45 g/cm³, 골판지는 0.44 g/cm³이다. 각 고지의 재생섬유는 사용된 펄프의 종류가 다른데 반해 수초지의 밀도는 인쇄용지를 제

Table 4. Physical properties of recycled fibers of each waste paper

Waste paper	Density (g/cm ³)	Brightness (% H)	Breaking length(km)	Burst index (kPa·m ² /g)	Tear index (mN·m ² /g)
Printing paper	0.56	77.3	2.2	1.0	5.7
Newspaper	0.49	46.2	2.4	1.4	6.5
Wrapping paper	0.45	23.6	2.5	1.6	4.8
White coated paperboard	0.49	40.1	2.0	1.1	6.8
Corrugated container	0.44	29.7	2.3	1.1	6.8

외하고는 비슷한 경향을 나타내고 있다.

각 고지의 재생지의 열단장은 2.0-2.5 km의 범위로 큰 차이는 없었다. 그 중 포장용지의 재생지의 열단장이 가장 높고, 백판지가 가장 낮았다. 포장용지 고지의 재생섬유 열단장이 낮은 것은 재생섬유가 미 탈묵 상태이기 때문에 Fig. 6에서와 같이 섬유표면에 잉크입자(화살표시 부분)가 붙어 있기 때문으로 추정되고 있다. Won 등¹⁵⁾은 오존 탈묵 공정에서 섬유표면에 부착되어 있는 잉크입자를 주사전자현미경으로 관찰하였다.

인쇄된 고지는 잉크가 강하게 섬유표면에 부착하여 고분자 피막을 형성하게 된다. 잉크는 인쇄 후에 지층 내로 침투하여 바니쉬 성분이 산소를 흡수하여 강한 피막을 형성하여 섬유표면에 강하게 부착¹⁶⁾된다.

종이의 강도는 섬유 간 결합면적, 섬유 간 결합력에 기인되는데, 섬유표면에 잉크입자가 붙어 있으면 섬유 간 결합력을 방해하여 종이의 강도를 저하시키는 원인이 된다.

KS규격에서 골심지의 열단장¹⁷⁾이 A급에서 4.0 km 이상, B급에서 3.5 km 이상, C급에서 3.0 km 이상으로 규정되어 있다. 각종 고지의 재생섬유 열단장이 2.0-2.5

km 수준으로서 골심지의 열단장도 규정에 비해 조금 낮았다. KS 규격의 골심지는 기계지이고 본 실험에서 제조된 재생지는 수록지이기 때문에 정확히 비교하기는 어렵다.

각 고지의 재생지 파열지수는 1.0-1.6 kPa·m²/g의 범위로 큰 차이는 없었다. 그 중 포장용지의 파열지수가 가장 높고, 인쇄용지가 가장 낮았다. 각 고지의 재생지 파열지수는 열단장과 같은 경향을 보이고 있다.

라이너지의 KS규격¹⁷⁾에서 특급은 3.1 이상, A급은 2.8 이상, C급은 2.0 kPa·m²/g으로 규정되어 있다. 각 고지의 재생지 파열지수는 KS규격보다 낮았다.

각 고지의 재생지 인열지수는 4.8-6.8 mN·m²/g의 범위이다. 그 중 백판지와 골판지의 인열지수가 가장 높고, 열단장과 파열지수가 가장 높았던 포장용지가 가장 낮았다. 인열지수는 열단장과 파열지수와 상반된 경향을 보이는 것이 일반적이다. 열단장과 파열지수가 높으면 인열지수는 낮다. 한편 인열지수가 높은 것은 단섬유 분포가 높다. 이 결과로 보면 백판지와 골판지의 재생섬유는 섬유가 절단, 파괴된 단섬유가 많다는 것이다.

각 고지의 재생섬유의 종류가 다르고, 섬유의 형태적 특성에 차이가 있는데 수록지의 강도적 성질이 비슷한 것은 탈묵하지 않고 사용하기 때문으로 생각되고, 이 재생섬유를 탈묵하게 되면 강도적 성질은 향상될 것으로 추정된다.

한편, 이물질은 초지과정에 유입되어 오염된 fine wire는 통기성이 저하되어 습지로부터 수분을 제대로 전이시키지 못하기 때문에 불균일한 건조가 발생되는 원인으로 종이의 강도적 성질 저하¹⁴⁾를 가져왔다.

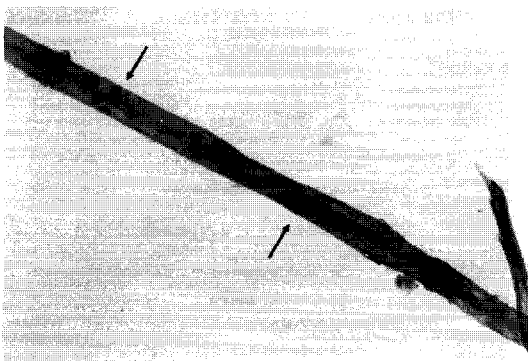


Fig. 6. Ink particles fixed on a fiber surface.

4. 결 론

압축고지 내의 폐지 종류별 재생섬유의 품질을 평가

하기 위하여 이물질의 함량 및 종류를 조사하고 신문용지, 인쇄용지, 골판지, 백판지, 포장용지로 분류하여 각 폐지의 재생섬유를 현미경으로 관찰하고 미 탈묵 상태에서 수초지를 작성하여 종의 물리 및 강도적 성질에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 압축고지 내에 들어 있는 고지의 종류는 판지 류가 약 54% 들어 있고, 인쇄용지와 신문용지는 각각 약 20%정도 함유되어 있었다. 압축고지 내의 이물질의 양은 4%로서 한국제지공업연합회와 한국제지공업협동조합에서 규정한 이물질의 양 1%이하에 비하여 매우 높았다.

2. 압축고지 내에 들어 있는 이물질은 비닐류, 플라스틱류, 금속류, 무기물, 목재, 유리, 스티로폼, 천 등 다양하였다.

3. 인쇄용지와 포장용지의 재생섬유 형태적 특징은 대부분 버진 펄프를 사용하여 종이를 제조하였기 때문에 건전한 섬유가 많이 관찰되었다. 신문용지, 백판지, 골판지의 재생섬유는 전체적으로 파손된 섬유와 섬유의 파편 및 미세섬유가 많이 관찰되었다.

4. 각 고지의 재생섬유 백색도는 인쇄용지 77.3%, 신문용지는 46.2%, 포장용지는 23.6%, 백판지는 40.1%, 골판지는 29.7%이었다. 재생섬유의 백색도는 미 탈묵 상태 이기 때문에 잉크입자의 혼입 유무와 펄프의 표백 유무가 큰 영향을 미쳤다.

5. 각 고지의 재생지 열단장 및 파열지수는 KS규격에서 정한 골심지, 라이너지의 강도 보다 낮았다.

6. 각 고지의 재생섬유는 섬유의 종류, 형태적 특성이 차이가 많은데, 재생지의 강도적 성질이 비슷한 것은 미 탈묵 섬유이기 때문이며, 이 재생섬유를 탈묵하게 되면 강도적 성질은 향상될 것으로 추정된다.

사 사

본 연구가 수행함에 있어 많은 도움을 주신(주)삼양 제지의 정두호이사에게 진심으로 감사드립니다.

인용문헌

1. Bowyer, L. L., Economic and environmental comparisons of kenaf growth versus plantation grown softwood and hardwood for pulp and paper, *Kensf properties, processing and product*, pp. 323-346 (1999).
2. Nakano, Tatsuo, Development and Production of Bamboo Furnished Paper and Development of its Use. *Japanese Journal of Paper Technology* 44(9):1-5 (2001).
3. Oye, Raysabro, Where is a Limitation of Wastepaper Recovery?, *Japan Journal of Paper Technology*, 45(6):17-22 (2006).
4. 원종명, 디지털시대엔 종이 없앨 거라고?, *조선일보*. 2007.05.11.
5. Park, Seong-Cheol, Kang, Jin-Ha and Lee, Yang-Soo, Screening of Microorganisms Secreted High Efficient Enzymes and Properties of Enzymatic Deinking for Old Newsprint(III) -Production of bacterial cellulase and xylanase for enzymatic deinking of old newsprint-, *Journal of Korea TAPPI*, 37(1):25-37 (2005).
6. Aun, Byoung-Jun and Paik, Ki-Hyon, Deinking of Laser-printed Paper Using Enzyme, *Journal of Korea TAPPI*, 29(2):16-24 (1997).
7. Shin, Dong So, Lim, Chang Kook and Kim, Sung Hoon, Studies on Deinking of xerographic Wastepaper, *Journal of Korea TAPPI*, 22(3):7-18 (1990).
8. Han, Sien Ho, Deinking of computer printed Out and White Ledger, *Journal of Korea TAPPI*, 32(1):48-56 (2000).
9. Lee, Jong Hoon, Seo, Yung B. and Jeon, Yang, Strength Property Improvement of OCC-based Paper by Chemical and Mechanical Treatment, *Journal of Korea TAPPI*, 32(2):10-18 (2000).
10. Ji, Kyoung-Rak, Ryu, Jeong-Yong, Shin, Jong-Ho, Song, Bong-Keun and Ow, say-Kyoun, Recycling of Wastepaper(II) -Improvement of drainage and strength properties of testliner by successive treatments of flotation and mixed enzyme-, *Journal of Korea TAPPI*, 31(1):10-16 (1999).
11. Yang, Jae-Kyung, Chang, Jun-Pok, and Eom, Tae-Jin, Studies on the Recycling Technology of the Waste Paper with Wood Degradable Enzyme(II) -Effect of crude enzyme on the bleaching characteristics and physical properties of waste paper-, *Journal of Korea TAPPI*, 30(3):15-21 (1998).
12. 한국제지공업연합회, 한국제지공업협동조합, 국판 폐지 접수 표준 기준, pp. 1-3 (2004).

13. 한국표준협회, 폐지(KS M 7610), pp.1-3 (2004).
14. Ji, Kyoung-Rak, Ryu, Jeong-Yong, Shin, Jong-Ho and Song, Bong-Keun, Recycling of Wastepaper(IX) -Effects of KOCC Fines and Other Contaminants on Condebelt Press Drying System-, Journal of Korea TAPPI, 32(1):19-25 (2000).
15. Won, Jong-Myoung, Yoon, Seung-Lak and Kojima, Yasuo, Microscopic Observation of White ledger Ozone Deinking, Journal of Korea TAPPI, 32(2):40-44 (2000).
16. Hori, Tsuyoshi, Paper making practical Affairs -Wastepaper-, Journal of Korea TAPPI, 17(2):39-66 (1985).
17. 김순철, 골판지 기술, 예진, pp. 17-20 (1997).