

섬유 분별과 혼합 방법에 의한 신문고지로부터 화장지의 제조

고 경 무 · 백 기 현†

Manufacture of Toilet Tissue from Old Newspaper by Fiber Fractionation and Blending

Kyung-Moo Koh and Ki-Hyon Paik†

ABSTRACT

To manufacture toilet tissue with ONP (old newspaper), the effect of fractionation fiber (R150, R100, R70 mesh) and bleaching (P, PY), blending (70/30) with MOW(mixed office wastepaper) or WL(white ledger) and the addition of softener on the optical and mechanical properties were studied.

Considering the pulp yield, brightness and strengths, fibres of R100 mesh fraction were proper to be produced to toilet paper from ONP. This pulp showed the pulp yield of 76.8%, brightness of 50.2% ISO and tensile index of 21.1 Nm/g. By the bleach with P and PY stages, the brightness of the pulps increased up to 60.3% ISO and 61.8% ISO, respectively. When blended with MOW (57.3% ISO) or WL (76.2% ISO), the brightness of the former increased up to 58.5% ISO, the latter up to 63.6% ISO. The strengths of pulp blended with WL were higher than those of fractionated pulp from 100% ONP, however there was no difference in strengths between fractionated pulp and blended pulp with MOW. While the addition of softener improved the softness of paper, but it decreased strengths of pulp and extended dispersing time in water.

Keywords: old newspaper, toilet tissue, fractionation, pulp blending, bleaching, softener, strengths

1. 서 론

화장지는 두루마리 화장지와 미용 화장지로 크게 구분되는데, 전자는 고지 재활용비율이 85~100%를 차지하며 국내 또는 수입 백상고지가 이용된다. 후자는 고급 침엽수 및 활엽수 천연펄프가 사용된다. 그러나 외국의 경우는 미용 화장지에도 백상고지와 천연펄프

가 혼합 이용되고 있다. 현재 국내 화장지 생산량은 1998년에 271,686 M/T로서 계속 증가하고 있어서¹⁾ 고지 재활용을 통한 원료확보가 필요한 실정이다.

신문고지로부터 두루마리 화장지를 생산할 경우 우선 문제가 되는 것은 섬유의 강도저하, 백색도 저하 및 유연성의 감소를 들 수 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 재생섬유의 강도를 증가시키기 위한 처리,

• 이 논문은 산업자원부에서 시행한 청정생산기술사업(한국생산기술연구원) 연구의 일부 결과이다.

• 고려대학교 산림자원환경학과(Department of Forest Resources and Environmental Sciences, Korea University, Seoul 136-701, Korea).

† 주저자(Corresponding author): e-mail: khpaik@korea.ac.kr

탈리그닌화 등의 표백 그리고 유연성을 증가시킬 수 있는 유연제의 첨가 등이 우선적으로 고려될 수 있다.

신문고지로부터 화장지를 제조할 경우 첫 번째 문제인 강도 향상은 여러 가지 방법으로 연구되어 왔다. 일반적으로 재생섬유는 소위 각질화라고 칭하는 세포벽 내의 구조적인 변화로 인하여 섬유의 팽윤 능력이 감소되고 이에 따라 섬유의 유연성과 가소성이 감소하여 섬유의 기존 강도를 현저하게 감소시킨다는 것이 오래 전부터 알려져 있다.²⁻⁴⁾ 재생섬유의 이러한 강도 상실을 어느 정도 원상시키는 방법으로는 화학펄프일 경우 리파이닝,^{4, 5)} 셀룰로오스 OH기를 부분적으로 메틸화, 및 카르복실화,⁶⁾ 산소나 오존처리에 의한 탈리그닌화,⁷⁾ 강도 증가를 위한 첨가제 사용,^{8, 9)} 효소처리,¹⁰⁾ 섬유 분별,¹¹⁾ 및 천연펄프의 혼합¹²⁻¹⁴⁾ 등이 연구되어 왔다. 이상의 여러 가지 방법 중에서도 현실적으로 경제성을 고려한 방법은 기계 펄프로서는 섬유 분별과 천연 펄프의 혼합 방법일 것이다.

섬유 분별 방법에 의한 재생 펄프의 강도 증진 방법은 주로 골판지나 판지 생산 분야에서 널리 이용되고 있으나^{11, 13)} 양질의 종이 생산을 목적으로 연구된 논문은 적다. 분별된 장섬유는 미세 섬유량을 적게 함유하고 있으므로 초지시 탈수가 좋으며 고해시 에너지 소모가 적다. 또한 섬유간 더 많은 결합력을 지니고 있어 제반 강도가 높다. 따라서 천연펄프의 혼입량을 감소시킬 수 있다.¹¹⁾ 재생섬유의 강도 증가를 위하여 천연펄프를 혼합하여 초지하는 것은 이미 오래 전부터 일반화되어 있다.

두 번째 문제는 백색도이다. 섬유 분별된 펄프일지라도 탈묵 자체만으로는 신문원지의 초기 백색도를 초과할 수는 없다. 본래 신문고지로부터 만든 화장지의 백색도가 낮을 것이라는 것을 감수하지만 어느 정도 선입감을 제거시킬 정도의 백색도는 요구된다. 백색도를 증진시킬 수 있는 방법은 표백 뿐이며 그 방법은 기존의 신문고지 표백 방법에 준할 수 밖에 없다. 신문고지 표백 방법에 관해서는 수없이 많은 문헌이 발표되었으며 국내의 경우도 과산화수소와 차아황산나트륨 표백이 주종을 이루고 있다.

세 번째 문제는 경직성(stiffness)이다. 기계 펄프이며 재생펄프인 신문고지는 부드러움이 낮으므로 다른 일반 용지와는 다르게 부드러움(softness)이 중요한 인자로 작용하는 화장지에는 경직성이 중요한 문제이다. 현재 화장지의 부드러움을 증가시키는 방법으로는 유연제 첨가가 많이 이용되고 있다. 가장 일반적으로 사용되고 있는 유연제(softener, debonder)로는 여러 개의 지방기를 지닌 4가 암모늄 화합물이 주

로 이용되며 이들은 섬유간 결합력을 억제시켜 화장지 및 타올의 부드러움을 증가시킨다.^{14, 15)} 이 외에도 화장지에는 관통 공기 건조(through-air drying)나 엠보싱 방법도 현장에서는 일반화되어 있다.

국내의 경우 화장지 제조시 국립 기술표준원에서는 소비자를 보호한다는 측면에서 두루마리 화장지의 규격(파열강도, 물폴림 속도)을 정하여 검증하고 있다. 그러나 이러한 규격과는 상관없이 제조업자들은 타사보다 고객을 더 많이 확보하기 위하여 경쟁적으로 두루마리 화장지의 백색도를 필요 이상으로 증가시키고 있으며, 약품처리나 엠보싱 등의 방법으로 부드러움을 향상시키고 있다. 이런 관계로 생산원가가 증가되고 있다. 현재 시판되고 있는 두루마리 화장지의 백색도는 일반적으로 76~84% ISO 정도를 나타내고 있다. 그러나 두루마리 화장지의 백색도가 이렇게 높을 필요는 없다. 이러한 고 품질의 두루마리 화장지는 자원의 낭비이며 제조원가 측면에서도 비경제적이다.

그러므로 본 연구에서는 첫째 신문고지의 분별 섬유로 제조한 두루마리 화장지와 분별 섬유를 표백하여 생산한 두루마리 화장지의 광학적·물리적 특성을 조사하고, 둘째 신문고지의 분별 섬유를 백상고지 또는 혼합 사무실 고지와 혼합초지한 두루마리 화장지들의 광학적·물리적 특성을 조사하며, 셋째로 두루마리 화장지의 부드러움을 향상시키기 위하여 첨가한 유연제의 효과를 비교하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

본 연구의 공시재료는 C사의 98년 9월 18일자 신문고지(ONP: Old Newspaper), 국내에서 수거된 사무실 혼합고지(MOW: Mixed Office Wastepaper)와 수입 백상고지(WL: White Ledger)를 사용하였다.

각종 고지의 초기 백색도, 강도 및 기타 특성은 결과 및 고찰의 Table 2와 Fig. 1에 나타나 있다.

2.2 실험방법

2.2.1 리펄핑

전건 무게 450 g의 고지시료에 수돗물을 혼합하여 펄프농도를 13%로 조절한 후 고농도 펄퍼를 이용하여

온도 45℃, 600 rpm의 로터속도로 20분 간 일차적으로 펄핑하였다. 그 다음 NaOH 1.0%와 비이온성 계면활성제(DI-100) 0.2%(고지 전건 무게 기준)를 첨가하고 펄프농도를 11%로 재 조정후에 일차 펄핑 방법과 동일한 조건으로 다시 20분 간 재펄핑을 실시하였다.

2.2.2 탈묵

고농도 펄퍼에서 완전히 헤리시킨 시료 140 g을 유부상 셀 내에서 펄프농도 1%로 희석하고 CaCl₂(200 ppm)를 첨가하여 경도를 조절후에 40℃에서 7분 간 탈묵을 실시하였다.

2.2.3 섬유 분별

섬유 분별은 한국화학연구소에서 제작한 섬유분별기를 이용하여 탈묵된 펄프를 R150 mesh, R100 mesh, 그리고 R70 mesh의 각각의 와이어상에서 선별하였다.

2.2.4 표백

과산화수소 표백(P)과 히드로아황산 나트륨 표백(Y) : 과산화수소 표백(P)은 탈묵된 펄프를 이중 비닐 백에 넣어 10분 간격으로 혼합하면서 항온수조에서 반응시켰다. 히드로아황산 나트륨 표백(Y)은 비닐 백에 질소를 충전시켜 산화를 방지하면서 과산화수소 표백과 마찬가지로 항온수조에서 반응시켰다. 표백 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. The bleaching condition of waste paper

	Time (min.)	Temp. (°C)	Amount of chemicals	Pulp cons.(%)
P ₁	90	85	H ₂ O ₂ 1.0%, NaOH 1.0%, Na ₂ SiO ₃ 1.0%, DTPA 0.2%	10
P ₂	90	97	H ₂ O ₂ 2.0%, NaOH 1.0%, Na ₂ SiO ₃ 1.0%, DTPA 0.2%	10
Y	30	70	Na ₂ S ₂ O ₄ 1.0%	10

2.2.5 유연제의 첨가

S사에서 분양받은 광물유(BL 692) 0.2%(전건 펄프

기준)를 펄프농도가 7.5%로 헤리된 펄프에 첨가한 후 표준 헤리기에서 200 rpm 조건으로 30분 간 교반하였다.

2.2.6 수초지의 물리적 · 광학적 성질 측정

수초지는 평량 20 g/m²과 40 g/m²으로 초지하였고 물리적 · 광학적 성질은 다음과 같은 기준에 의거하여 측정하였다.

Handsheet	TAPPI Standard T205 om-88
Brightness	TAPPI Standard T452 os-58
Tear index	TAPPI Standard T414 om-88
Tensile index	TAPPI Standard T404 om-88
Burst index	TAPPI Standard T403 om-85

부드러움은 경직도와 표면 거칠기에 의해 평가되었는데 경직도는 시험편을 2×1 inch(가로×세로)로 재단하여 5 g 추를 1 inch 위치에 걸어 측정하였다. 표면 거칠기는 Parker Print Surface H 1000으로 측정하였다.

물풀림 속도는 국립기술품질원의 good recycled(GR) 기준에 맞춰 물 300 ml(수온 20±5℃)를 넣은 비커(300 ml)를 자기 교반기 위에 얹고 길이 38 mm, 두께 8 mm의 회전자의 회전수를 600±10 rpm이 되도록 조정하였다. 그리고 그 속에 한 번의 길이가 98±2 mm인 시험편을 가로 세로로 접어 투입하고 스톱워치를 눌러 완전히 풀릴 때까지 소요된 시간을 초단위로 측정하였다.¹⁷⁾

3. 결과 및 고찰

3.1 섬유 분별에 의한 화장지 제조

3.1.1 미표백 화장지의 제조

섬유 분별이 수율과 백색도에 미치는 영향은 Fig. 1과 같다. 수율은 150 mesh에서 83.0%, 100 mesh에서 76.8%, 70 mesh에서 74.4%로 장섬유가 많이 함유될수록 더 감소하였으나 장섬유의 함량은 상대적으로 증가되었다. 반면에 백색도의 경우는, 150 mesh에서는 48.8% ISO, 70 mesh에서는 52.7% ISO로 증가하여 물리적 처리만으로도 상당한 수준의 백색도 향상을 얻을 수 있었다. 섬유 분별이 백색도를 증가시키는 원인은 작은 잉크입자에서 발생하는 헤리(hairy)로

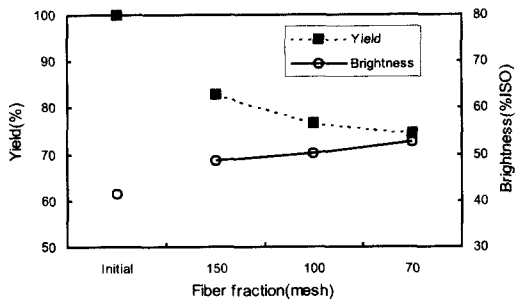


Fig. 1. The effect of fiber fractionation on yield and brightness.

설명될 수 있다. 즉, 큰 잉크입자의 경우 탈묵에 의해 쉽게 제거되지만 작은 잉크입자의 경우 열화에 의해 발생하는 미세섬유에 고착현상 즉, 헤리로 인해 쉽게 제거되지 않아 백색도를 저하시킨다.^{18, 19)} 이러한 헤리가 mesh 사이즈를 크게 함으로써 제거되어 백색도가 증가된 것으로 사료된다.

현재 일부 이용되고 있는 신문고지로부터 제조한 재생화장지의 경우, 본 실험실에서 측정할 바, 백색도는 53% ISO를 나타내었다. 그러나, 주름집기(creeping)와 엠보싱에 의해 표면이 거칠어져 광산란이 유발되어 백색도가 2~3% ISO 증가한다는 것을 감안한다면 본 연구에서 100 mesh에서 섬유를 분별한 시료(50.2% ISO)도 충분히 상업적으로 이용이 가능하다고 사료된다.

섬유 분별에 따른 기본 물성의 변화 및 부드러움(softness), 거칠기(roughness) 및 물풀림 속도에 대한 영향은 Table 2와 같다.

Table 2에서와 같이 섬유 분별을 할 경우 인장, 파열, 및 인열지수 모두 100 mesh에서 분별한 섬유에서 가장 높았다. 이것은 섬유장이 길어짐에 따라 강도가 증가하다가 미세섬유의 지나친 제거가 진행됨에 따라 섬유간 결합강도가 감소하여 강도의 약화가 초래되었다. 이러한 이유는 Minor²⁰⁾에 따르면 미세섬유가 증

가할수록 인장지수는 증가하며 인열지수는 감소하지만 특히 미세섬유 함량이 10% 이상인 경우 이들 강도가 오히려 감소하는 데 기인한다.

일반적으로 화장지의 부드러움은 벌크 부드러움(bulk softness)과 표면 부드러움(surface softness)으로 구분되며 벌크 부드러움은 유연성(flexibility)과 밀접한 관계가 있고, 경직도(stiffness)는 부드러움과 상반된 관계가 있다.¹⁵⁾ 따라서 Table 2에서 보는 바와 같이 섬유 분별에 의해 섬유장이 길어질수록 경직도가 증가하였다. 즉, 벌크 부드러움은 감소하는 경향을 나타내었다. 반면 표면 거칠기를 측정한 결과, 초기 재필 평한 값과는 차이를 보였으나 장섬유분이 증가될수록 표면 거칠기가 조금씩 증가하는 경향을 나타내었다. 즉, 장섬유의 양이 많을수록 fiber rising이 더 많이 발생되어 표면 거칠기가 증가되었다.²¹⁾ 물풀림 속도는 기술표준원에서 제시하고 있는 GR 마크 기준인 100 초 이내에 모든 시료가 헤리되었다. 미세섬유가 없는 장섬유에서 물풀림 속도가 느렸다.

3.1.2 표백 화장지의 제조

신문고지는 탈묵 후 섬유 분별만으로 52.7% ISO 백색도의 향상이 가능하지만 소비자의 인식이 전환되기 전까지는 어느 정도 소비자의 요구에 맞는 백색도의 화장지가 요구된다. 따라서, 본 연구에서는 섬유 분별된 시료를 표백하여 보다 높은 백색도를 획득하고자 시도하였다.

표백조건은 1단에서 과산화수소의 표백온도와 농도를 상이하게 적용하였으며, 2단에서는 히드리아황산 나트륨을 적용하였다. 표백 화장지의 수율과 백색도는 Figs. 2, 3과 같다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 표백 수율은 150 mesh에서 분별된 섬유에서 가장 많이 하락하는 반면 100 mesh에서는 비교적 적게 감소하였는데, 이것은 150 mesh의 경우 섬유 내에 존재하고 있는 미세섬유가 표백단계로 인해 소실된 것에 기인한다. 그리고 고온 과산화수소 표백을 실시한 P₂(97°C)

Table 2. The effect of fiber fractionation on the mechanical strength, softness, and dispersing time in water

Sample	Tensile index (N · m/g)	Tear index (m · N · m ² /g)	Burst index (kPa · m ² /g)	Stiffness (mg)	Roughness (micron)	Dispersing time in water (sec.)
Intial	19.94	11.09	1.33	2.25	10.86	41.33
150 mesh	23.65	13.27	1.62	3.68	10.01	51.83
100 mesh	24.13	14.13	1.69	3.98	10.09	54.25
70 mesh	23.90	11.63	1.67	4.01	10.11	47.33

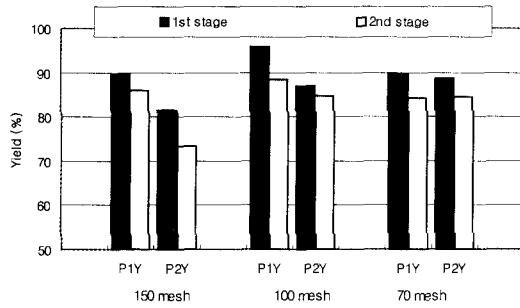


Fig. 2. The effect of bleaching on yield of fractionated pulps.

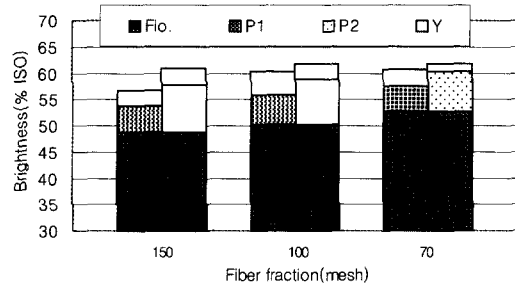


Fig. 3. The effect of bleaching on the brightness of fractionated pulps.

의 경우 P₁ 표백(85°C) 비해 수율이 보다 더 감소한 것은 당연하다고 본다.

백색도는 P₁ 표백에서 분별섬유 간에 차이가 5~6% ISO 증가하였다. 그러므로 P₁ 표백으로 표백 전 백색도의 차이가 그대로 동일하게 유지되었다. 일반적으로 신문고지로부터 분별된 중장섬유가 단섬유보다 표백효과가 크다고 보고하였는데²²⁾ 본 실험에서도 중장섬유로 구성된 70 mesh 분별분에서 백색도가 가장 많이 향상되었다. 한편 백색도는 P₂가 높게 나타나고 있는데, 70 mesh로 선별한 시료(52.7% ISO)로 1 단표백을 실시하여 백색도를 60.3% ISO까지 올릴 수 있었다. 고온 과산화수소 표백은 기존 과산화수소 표백에 비하여 과산화수소의 첨가량이 높으므로, 최종 백색도가 과산화수소의 소비량만큼 증가한 것에 기인한다. 2단 P₁Y 및 P₂Y 표백에서 Y단계에 의해서는 백색도가 거의 균일하게 약 2~3% ISO가 더 증가하였다.

1단계 P 표백에 따른 각 펄프의 기계적 성질과 섬유의 부드러움, 거칠기 및 물풀림 속도는 Table 3과 같다.

Table 3에서와 같이 P 표백을 실시함에 따라 표백 전에 섬유분별한 것(Table 1)에 비교하여 제반 강도가 미약하게나마 균일하게 감소하였다. 인장지수는 100 mesh에서 분별한 시료의 경우 표백 후에도 가장 우수한 강도결과를 보였다. 그리고 일반적인 과산화수소(P₁)와 고온 과산화수소 표백(P₂)간의 강도 차이가 크게 나타났으며 분별한 섬유간의 차이는 감소하는 경향을 나타내었다. 특히, 장섬유 분별분인 70 mesh에서 인장, 인열, 및 파열강도의 값이 표백 후에 현저히 감소하였다. 이러한 이유는 산화제인 과산화수소가 섬유와 반응하여 섬유의 중합도를 감소시킨 것에 기인한다고 사료된다.

Table 3에서와 같이 P₁ 표백의 경우 부드러움은 표백을 하지 않은 상태의 섬유 분별분의 결과(Table 2)와 거의 유사한 경향을 나타내었다. 고온 과산화수소 표백을 한 P₂ 표백의 경우 경직도는 P₁ 표백에 비해 크게 감소하였고 섬유 분별한 시료간의 차도 현저하게 감소하였다. 거칠기의 경우, 섬유 분별만 한 것보다 모두 높은 값을 나타내었는데 표백약품에 의한 단섬유화로 인하여 솜털과 같은 작은 섬유가 많이 발생되었기

Table 3. The effect of 1st stage bleaching on strength, softness and dispersing time in water of fractionated pulps

Sample	Tensile index (N · m/g)	Tear index (m · N · m ² /g)	Burst index (kPa · m ² /g)	Stiffness (mg)	Roughness (micron)	Dispersing time in water (sec.)	
150 mesh	P ₁	19.22	11.67	1.50	3.41	10.69	34.33
	P ₂	17.22	9.94	1.21	3.08	10.92	28.75
100 mesh	P ₁	23.16	11.60	1.51	3.66	10.05	34.67
	P ₂	19.31	9.26	1.29	3.06	10.56	33.75
70 mesh	P ₁	22.60	10.76	1.60	3.45	10.21	28.25
	P ₂	16.58	9.66	0.97	3.13	10.47	23.25

Table 4. The effect of two stages bleaching on the strength, softness, and dispersing time in water of fractionated pulps

Fractionation		Tensile index (N · m/g)	Tear index (m · N · m ² /g)	Burst index (kPa · m ² /g)	Stiffness (mg)	Roughness (micron)	Dispersing time in water (sec.)
150 mesh	P ₁ Y	16.71	9.85	1.11	2.97	10.65	27.50
	P ₂ Y	16.76	9.61	1.12	3.23	10.92	23.67
100 mesh	P ₁ Y	17.91	8.76	1.07	3.48	10.55	28.33
	P ₂ Y	17.31	8.83	1.01	3.86	10.62	25.75
70 mesh	P ₁ Y	16.26	8.54	1.08	2.43	10.81	25.33
	P ₂ Y	16.17	8.83	0.68	4.59	10.90	23.00

때문인 것으로 판단된다. 물풀림 속도는 섬유 분별한 시료보다 전반적으로 현저하게 감소하였다. 이것 또한 표백약품에 의한 단섬유화에 기인한 것으로 물풀림 속도는 섬유장이 짧아질수록 더 빨라지는 것으로 사료된다.

2단표백에서의 각 펄프의 물리적·기계적 성질은 Table 4와 같다.

Table 4에서와 같이 2단표백된 분별 섬유들은 1단 표백시료(Table 3)와 비교하여 강도가 크게 감소하였다. 그리고 섬유 분별한 시료간의 강도 차이도 현저하게 감소하는 경향을 나타내었다.

경직도는 모든 섬유 분별 처리에서 P₁ 표백시료 Y로 2단표백한 경우, 1단표백한 시료(Table 3)에 비해 현저하게 감소하였고, 거칠기는 비슷하거나 증가하는 경향을 나타내었다. 즉, 2단표백을 통해 벌크 부드러움은 많이 증가하였으나 표면 부드러움은 감소하였다. 반면 P₂ 표백시료를 2단표백한 경우, 1단표백보다 오히려 경직도가 증가하는 경향을 나타냈을 뿐만 아니라 거칠기도 증가하였다. 물풀림 속도는 P₁, P₂ 표백시료 모두 2단표백 후 더 빨라졌다. 이것은 표백과정 중에 리그닌 제거와 표백시료의 단섬유화에 기인한 것으로 사료된다.

3.2 신문고지, 백상고지 및 혼합 사무실 고지 혼합에 의한 화장지 제조

3.2.1 혼합초지를 이용한 화장지 제조

신문고지를 분별하여 얻은 섬유 각각에 MOW(탈목, 미표백)와 WL(탈목, 미표백)를 각각 30%씩 혼합하여 초지하였다. 혼합초지한 수초지의 백색도는 Fig. 4와 같다. 신문고지로부터 분별된 섬유에 WL 또는

MOW를 첨가함에 따라 백색도가 증가하였다. WL를 30% 첨가할 경우에 3.47~8.86% ISO 그리고 MOW 30% 첨가에서는 100% 신문고지 분별 섬유에 비하여 백색도가 6.23~7.06% ISO 증가하였다. WL 첨가가 MOW 첨가보다 백색도가 훨씬 증가되리라고 기대하였으나 적은 차이만이 나타났다. 따라서 초기 백색도가 낮은 신문고지(70% 첨가)에 의해 백색도 변화가 좌우되는 것으로 생각된다.

혼합초지한 펄프의 섬유 분별에 따른 물리적·기계적 성질의 영향은 Table 5와 같다.

Table 5와 같이 혼합초지한 경우, 100% 신문고지(Table 2)보다는 강도가 낮아지지만 100% 백상고지 및 혼합고지의 강도보다는 높은 결과를 나타내었다. 특히 100% ONP에서와 마찬가지로 100 mesh 분별 섬유의 강도가 가장 높았다. 혼합 전 WL와 MOW의 인장강도는 WL가 높았으나 신문고지 70%를 혼합할 경우 이들간의 인장강도 차이는 감소하였다.

100% 신문고지와 비교하면 혼합초지 경우 부드러움이 증가하였고 거칠기는 감소하였다. 섬유 분별한

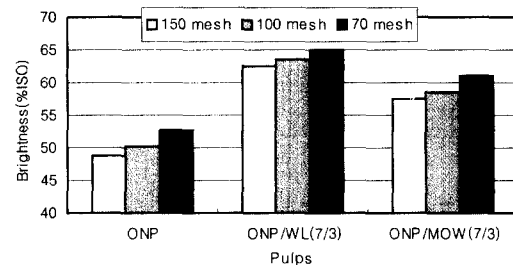


Fig. 4. The effect of fiber fractionation on the brightness of pulps (Initial brightness: WL 76.8% ISO, MOW 57.28% ISO).

Table 5. The effect of fiber fractionation on strength, softness and dispersing in water of blended pulps

Sample		Tensile index (N · m/g)	Tear index (m · N · m ² /g)	Burst index (kPa · m ² /g)	Stiffness (mg)	Roughness (micron)	Dispersing time in water (sec.)
WL	Initial	17.62	12.09	1.32	2.29	10.69	19.25
MOW	Initial	14.28	9.81	0.93	1.92	10.52	23.50
ONP/	150 mesh	23.32	11.15	1.56	2.61	10.25	32.25
WL	100 mesh	25.25	11.76	1.59	2.78	10.44	36.25
(70/30)	70 mesh	21.69	11.19	1.02	2.88	10.82	31.25
ONP/	150 mesh	22.56	11.00	1.43	3.37	10.50	46.13
MOW	100 mesh	23.70	11.10	1.54	3.47	10.51	47.00
(70/30)	70 mesh	19.71	11.16	1.48	3.41	10.72	44.67

후 혼합초지의 물풀림 속도는 100% 신문고지로부터
분별된 섬유보다 느렸다.

3.3 유연제 처리효과

3.3.1 백색도에 미치는 영향

유연제 처리에 따른 백색도의 변화는 Fig. 5와 같다.

100% ONP(Fig. 1), WL 및 MOW(Fig. 4)와 Fig. 5의 결과를 비교한 바, 150 mesh 분별 펄프에서는 유연제 처리와 미처리 펄프간에 백색도의 차이가 없었으나 100 mesh와 70 mesh 분별 섬유에서는 유연제로 처리할 경우 백색도가 높았다. 100 mesh 분별 펄프를 유연제로 처리한 경우 100% ONP, WL 및

MOW의 백색도가 미처리에 비하여 각각 1.4% ISO, 1.4% ISO 그리고 2.4% ISO 증가하였다. 또한 ONP/WL(70/30) 펄프에서는 섬유장에 관계없이 유연제 처리로 백색도가 2.5% ISO나 증가하였으나 ONP/MOW(70/30) 혼합 펄프에서는 오히려 백색도가 1.4% ISO 감소하였다. 현재의 결과로서는 유연제 처리가 백색도에 미치는 영향을 명확하게 설명하기가 어렵다. 따라서 현재 유연제 종류에 따른 백색도 및 강도의 변화를 계속 연구 중에 있다.

3.3.2 유연제가 펄프의 물리적·기계적 성질에 미치는 영향

유연제 처리가 강도와 부드러움, 및 물풀림 속도에 미치는 영향은 Table 6과 같다.

Table 6에서와 같이 WL, MOW 및 모든 섬유 분별 시료에 유연제를 첨가함에 따라 무첨가(Table 2, 5)에 비하여 강도가 감소하였다. 특히 인장지수와 파열지수의 감소가 현저하였다. 이것은 유연제가 섬유간의 내부 결합을 저해하여 강도는 감소하고 부드러움은 증진시키는 것에 기인한다.¹⁶⁾ 그러나 100% 신문고지에 WL와 MOW를 각각 혼합하므로써 손실된 강도는 일부 보상되었다.

혼합 펄프로 초지할 경우 유연제를 처리하지 않은 경우(Table 2, 5)와 비교하여 유연제 처리로 강직성이 감소되고 거칠기는 증가되었다. 따라서 벨크 부드러움은 증가하였지만 표면 부드러움은 감소하는 결과를 나타내고 있다. 유연제 처리로서 물풀림 속도는 5~7초 더 느려졌다.

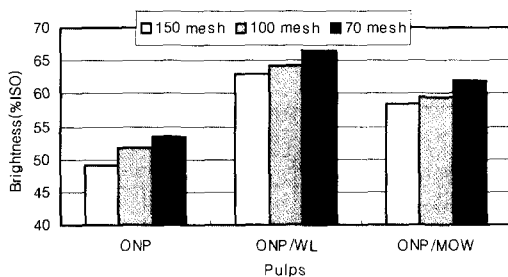


Fig. 5. The effect of fiber fractionation and softener treatment on the brightness of pulps (Initial brightness: WL 76.8% ISO, MOW 57.28% ISO).

Table 6. The effect of softener treatment of strength, softness, and dispersing in water of fractionated pulps

Sample	Tensile index (N · m/g)	Tear index (m · N · m ² /g)	Burst index (kPa · m ² /g)	Stiffness (mg)	Roughness (micron)	Dispersing time in water (sec.)	
ONP	150 mesh	20.10	11.54	1.46	2.94	10.23	57.50
	100 mesh	20.79	12.09	1.34	3.30	10.87	56.88
	70 mesh	19.95	11.45	1.36	3.29	10.67	52.50
W/L Initial	12.45	11.58	0.74	2.41	10.61	25.40	
MOW Initial	10.08	9.33	0.51	2.15	10.02	30.15	
ONP/ 150 mesh	21.20	10.01	1.14	2.88	10.23	29.00	
WL 100 mesh	22.46	10.14	0.92	2.71	10.04	28.00	
(70/30) 70 mesh	18.39	7.71	0.60	3.02	10.48	30.25	
ONP/ 150 mesh	16.28	7.93	1.19	2.99	10.52	39.67	
MOW 100 mesh	16.88	8.10	1.22	3.16	10.29	48.33	
(70/30) 70 mesh	16.04	8.60	0.83	2.99	10.02	47.33	

4. 결론

100% 신문고지를 이용하여 제조된 재생 두루마리 화장지의 광학적, 물리적 성질을 개선하기 위해 섬유 분별, 표백, 고급고지와 혼합초지, 그리고 유연제로 처리하여 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 100% 신문고지를 100 mesh로 분별한 펄프의 수율은 76.8%이고 백색도는 50.2% ISO를 나타내어 70mesh와 150mesh 분획분보다 경제적으로 유리하였다. 이 경우 인장, 인열 및 파열지수는 각각 24.13 Nm/g, 14.13 mNm²/g, 1.69 kPam²/g이었다. 또한, 물풀림 속도는 50초 전후를 나타내었다.
2. 표백 수율과 백색도 면에서 유리한 100% 신문고지의 100 mesh 분별 섬유를 P(1.0%, 97°C)단계 표백을 할 경우 수율은 73.6%와 백색도는 58.9% ISO를 나타낸 반면에 PY 2단표백에서는 수율은 66.9%와 백색도는 61.7% ISO를 나타내었다. 표백 펄프의 강도는 표백이 진행됨에 따라 감소하였고 부드러움과 물풀림 속도는 향상되었다.
3. 70% 신문고지와 30% 혼합고지 및 30% 백상고지를 각각 혼합초지 하였을 경우, WL를 혼합초지한 것은 100% 신문고지 분별 섬유에 비하여 12.8~13.7% ISO 그리고 MOW를 혼합초지한 것은 8.2~12.8% ISO의 백색도가 각각 더 증가하였다. 혼합 펄프의 강도는 WL를 혼합한 경우는 100% 신문고지로부터 분별된 섬유에 비하여 인장강도가 증가되었으나 MOW 첨가에서는 신문고지 분별 섬유와 비슷한 수준을 유지하였다.

4. 100% 신문고지 분별 섬유 또는 혼합초지의 경우 모두 유연제를 첨가하면 펄프의 강도는 감소하였고 부드러움은 개선되었다. 한편 물풀림 속도는 무처리 경우에서 보다 5~6초 더 느려졌다.

인용 문헌

1. 펄프제지연합회, 국내 수급 상황, 제지계, (3):72-73 (1999).
2. Szwarcstajn, E., and Przybysz, K., Investigations on changes in the properties of recycled pulps fractions, Cell. Chem. Technol., 10(6):737 (1976).
3. Scallan, A. M., and Tigerström, A. C., Swelling and elasticity of the wall of pulp fibers, J. Pulp Pap. Sci., 18(5):J188 (1992).
4. Howard, R. C., and Bichard, W. J., The basic effects of recycling on pulp properties, J. Pulp Pap. Sci., 19(2):J57 (1993).
5. Howard, R. C., The effects of recycling on paper quality, J. Pulp Pap. Sci., 16(5):J143 (1990).
6. Lindström, T., and Carlsson, G., The effect of chemical environment on fiber swelling, Sven. Papperstidn., 85(15):146 (1982).
7. Katz, S., and Scallan, A. M., Ozone and caustic soda treatments of mechanical pulp, Tappi. J., 66(1):85-87 (1983).
8. Chan, L-L, Dry strength resins: Useful tools for

- paper making, *J. Pulp Pap. Can.*, 77(6):T93 (1976).
9. Howarth, P., In *Fibre-Water Interactions in Papermaking*, Vol. II, British Paper and Board Industries Federation, London, pp. 823-831 (1978).
 10. Stork, G., H. Pereira, Wood, T. M., Düsterhöft, E. M., Toft, A., and Puls, J., Upgrading recycled pulps using enzymatic treatment, *Tappi. J.*, 78(2):79 (1995).
 11. Abubakr, S. M., Scott, G. M., and Klungness, J. H., Fiber fractionation as a method of improving hand-sheet properties after repeated recycling, *Tappi. J.*, 78(5):123 (1995).
 12. Szwarcztajn, E., and Przybysz, K., Some aspects of the fractionation of pulp and paper, *Papier*, 29(7):295 (1975).
 13. Bliss, T. L. Secondary fiber fractionation using centrifugal cleaners, *Tappi Pulping Conference Proceedings*: TAPPI Press, Atlanta, 217 (1984).
 14. Minor, J. L. Restoring bonding strength to recycled fibers, 1993 TAPPI Recycling Symposium: 379-385 (1993).
 15. Hollmark, H. Evaluation of tissue paper softness, *Tappi. J.*, 63(2):97-99 (1983).
 16. Poffenberger, C., and Jenny, N., Evaluation of cationic debonding agents in recycled paper feedstocks, TAPPI Recycling Symposium, New Orleans, LA., 289(1996).
 17. 국립기술표준원, 재활용 제품 품질규격, M 7005. (1999).
 18. Vidotti, R. M., Johnson, D. A., and Thompson, E. V., Influence of toner detachment during mixed office waste paper repulping on flotation efficiency, Part I: particle fractionation, *J. Pulp Pap. Can.*, 98(4):55-59 (1997).
 19. Zabala, J. M., and McCool, M. A., Deinking at papelera penisuler and philosophy of deinking system design, *Tappi. J.*, 71(8):62 (1988).
 20. Minor, J. L., Atalla, R.H., and Harten, T. M., Improving interfiber bonding of recycled fibres, *J. Pulp Pap. Sci.*, 19(4):J152 (1993).
 21. Aspler, J. S. and Beland, M. C., A review of fibre rising and surface roughening effects in paper, *J. Pulp Pap. Sci.*, 20(1):J27-J32 (1994).
 22. 財團法人 古紙 再生 促進センター, 古紙 再生 處理に 基礎的 技術に 關する 調査 報告書, 第 2分冊, 古紙 펄프 利用技術: 古紙 펄프 分別 漂白, 241 (1989).
- 접수 2001년 3월 16일
 채택 2001년 6월 11일
 •Received on March 16, 2001
 Accepted on June 11, 2001