

OCC 펄프의 분급 및 해리 최적화 기술개발 (IV)

- 섬유유의 수화(Hydration)를 통한 OCC의 강도개선 방안-

안병주 · 류정용 · 성용주 · 김용환 · 송재광 · 송봉근

한국화학연구원 펄프제지연구센터

1. 서론

우리나라의 고지 재활용률은 세계 최고 수준으로서 제지 산업 규모 상위 12개국 가운데 종이의 재활용 비율이 72%로 가장 높다.¹⁾ 특히, 골판지 원지는 국내 제지산업에서 큰 비중을 차지하며 주로 국산 골판지 고지(Korean Old Corrugated Container, KOCC)를 주원료로 사용하고 있다. 이러한 국산 골판지고지는 분리수거가 미흡한 이유로 아트지, 코팅지 등 다양한 사무실 잡고지(Mixed Office Waste, MOW)가 다량 혼합되어 있어 고지의 재활용시 다양한 무기물들이 재생펄프에 잔존하게되며 거둬지는 재생처리로 섬유유의 팽윤 능력이 감소되고 섬유유가 경직되는 문제점이 있다. 또한 리파이닝과 같은 물리적 힘에 의한 섬유유의 손상으로 미세분이 과도하게 증가됨에 따른 초지시 탈수성의 저하, 섬유유간의 결합형성 능력의 저하로 인해 종이의 강도가 저하되는등 많은 문제점들이 나타나고 있다.²⁻⁴⁾ 본 연구원에서는 OCC펄프의 분급 및 분급된 섬유유에 대한 물리적 전처리를 통해 OCC 섬유유를 개질 시켜 종이의 물리적 성질 및 강도적 성질을 향상시켰던 연구결과를 보고한 바 있다.⁵⁾ OCC의 섬유유에는 많은 불순물들이 흡착되어 있으며 고지회수 및 재사용 횟수가 증가할 수록 미세섬유와 불순물들의 양은 증가한다.⁶⁾ 본 연구팀이 이미 보고한 바와 같이 Pressure Screen을 활용한 KOCC의 분급처리 시에는 역셉트와 리젝트간의 섬유유장 차이나 기타 여수도, WRV, 미세분 함량 등의 유의한 차이를 볼 수 없었다. 그러나 스크린 역셉트와 리젝트의 강도적 성질은 파열강도를 기준으로 15% 이상 차이를 보이며 역셉트분이 리젝트분보다 우수한 특성을 나타내고 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 지료 특성인 섬유유장, 여수도, WRV, 미세분 함량의 차이가 아닌 제3의 섬유유분급 인자로서 종이의 강도에 영향을 주는 새로운 인자를 파악하고자

하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 리젝트분에 대한 저농도 펄핑 전후의 품질변화

현재 라이너지를 생산하는 S제지사에서 분급기(multi-fractor)를 이용하여 분급된 리젝트분에 대하여 Hydropulper를 이용하여 저농도 펄핑한 결과 종이의 강도가 15%이상 증가 했다. 그러나 기존의 지료 특성인 섬유장, 여수도, WRV, 미세분 함량 등의 차이는 미비하였다.

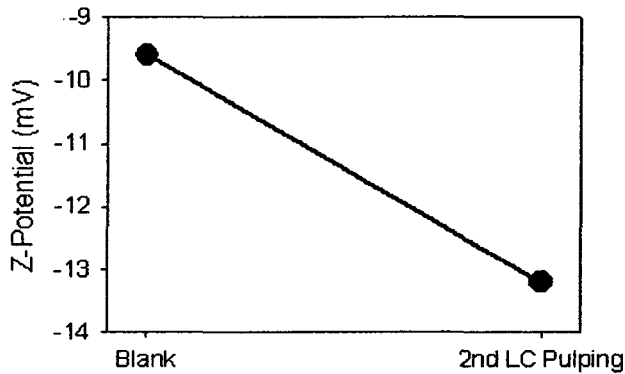


Fig. 1. Change of Zeta-Potential by 2nd LC pulping.

다만, 저농도 펄핑후 섬유^{pulping}의 제타 포텐셜이 낮아지고 백수의 품질을 분석한 결과 CODcr와 PCD가 증가하는 것만을 관찰할 수 있었다. (Fig. 1-3)

2.2 종이의 강도에 영향을 주는 제 3의 섬유분급 인자 탐색

2.2.1 리파아제의 첨가에 따른 종이의 강도 변화

S제지사에서 분급기(multi-fractor)를 이용하여 분급된 리젝트분에 리파아제 1%를 첨가하여 종이의 강도를 측정하였다.

2.2.2 고지의 재활용시 사이즈제가 섬유에 미치는 영향

본 연구에서 침엽수와 활엽수 천연펄프를 5 : 5로 혼합하여 여수도가 600mL C.S.F가 되

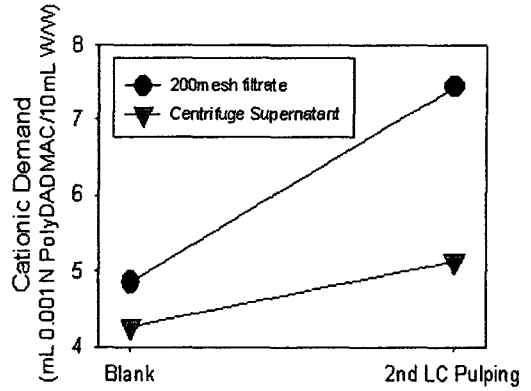
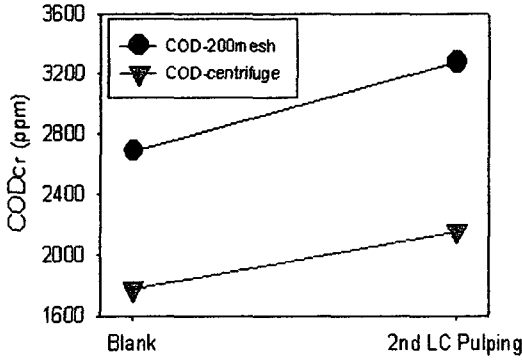


Fig. 2. Change of CODcr by 2nd LC pulping. Fig. 3. Change of CODcr by 2nd LC pulping.

도록 Valley beater를 이용하여 혼합 고해하였다. 고해되어진 펄프에 Rosin 1.5%, Alum 3%를 첨가 한 후 105°C에서 건조하여 사이징된 고지를 만들어 실험에 이용하였다. 이렇게 만들어진 고지를 마일드하게 펄핑하기 위한 방법으로 Tappi 표준해리기를 이용하였다.

2.2.3 사이즈제가 섬유에 미치는 영향

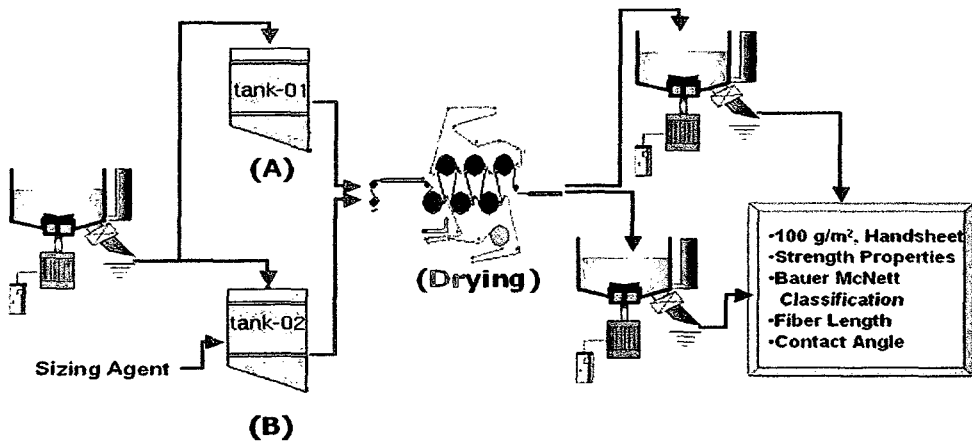


Fig. 4. Effect of sizing agent on hydration of fiber.
(A) Non-sizing (B) Sizing (Rosin 1.5%, Alum 3%)

재활용 공정중 섬유에 존재하는 사이즈제가 섬유에 미치는 영향을 알아보하고자 Fig. 4와 같이 Tappi 표준해리기를 이용하여 시간별 모델 실험을 실시하였다. 평량 100g/m^2 으로 수초지를 제작하여 종이의 강도와 Gonimeter(Fibro system)을 이용 접촉각(Contact Angle)의 변화를 측정하였으며, Bauer McNett를 이용하여 섬유의 분율을 측정 하였고 섬유장 측정기(Morffi, Techpap)를 이용하여 섬유장의 변화를 측정하였다.

2.2.4 Alkali가 사이즈제에 미치는 영향

재활용 공정중 Alkali가 사이즈제에 미치는 영향을 탐색하고자 Fig. 5와 같이 실험을 실시하였다.

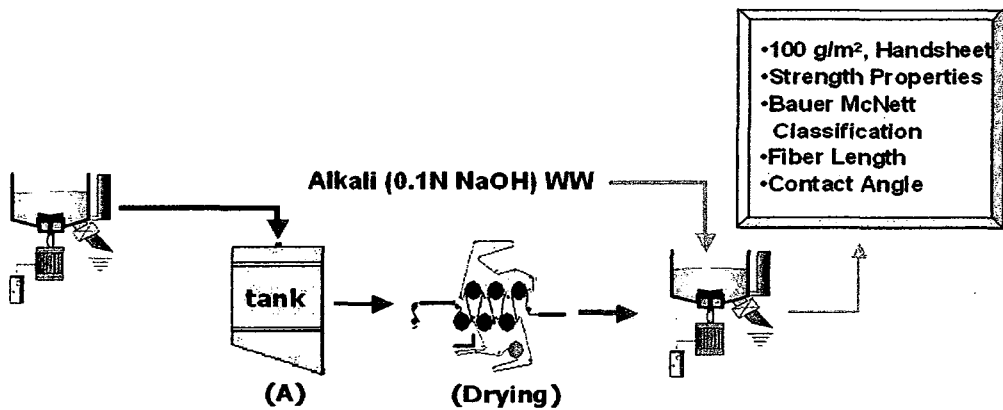


Fig. 5. Effect of alkali on hydration of rosin sized fiber.

(A) Rosin 1.5%, Alum 3%

2.2.5 Alkali첨가시 KOCC의 강도적 성질의 변화.

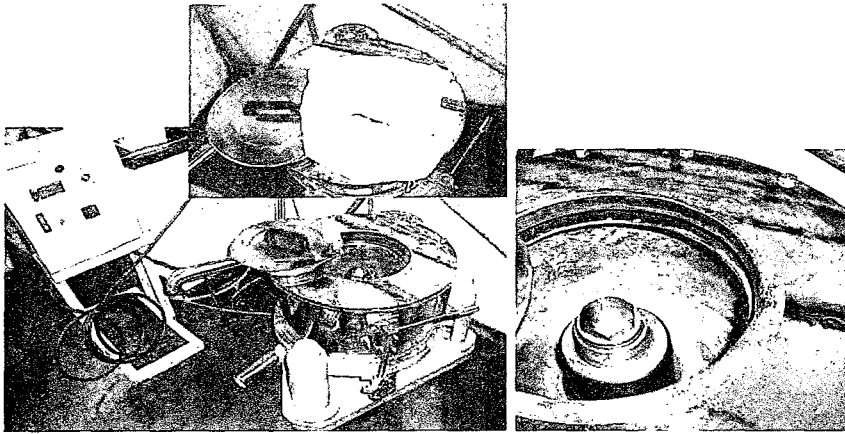


Fig. 6. Centrifugal Thickener.

현재 라이너지를 생산하는 S제지사에서 분급기를 이용하여 단섬유와 장섬유의 비를 6 : 4로 분급하였다. 분급된 지료를 각각 Fig. 6의 Centrifugal Thickener를 이용하여 농도가 30%로 되도록 만들었다. 각각의 지료를 2%로 희석하여 Fig. 7과 같이 실험을 실시하였다.

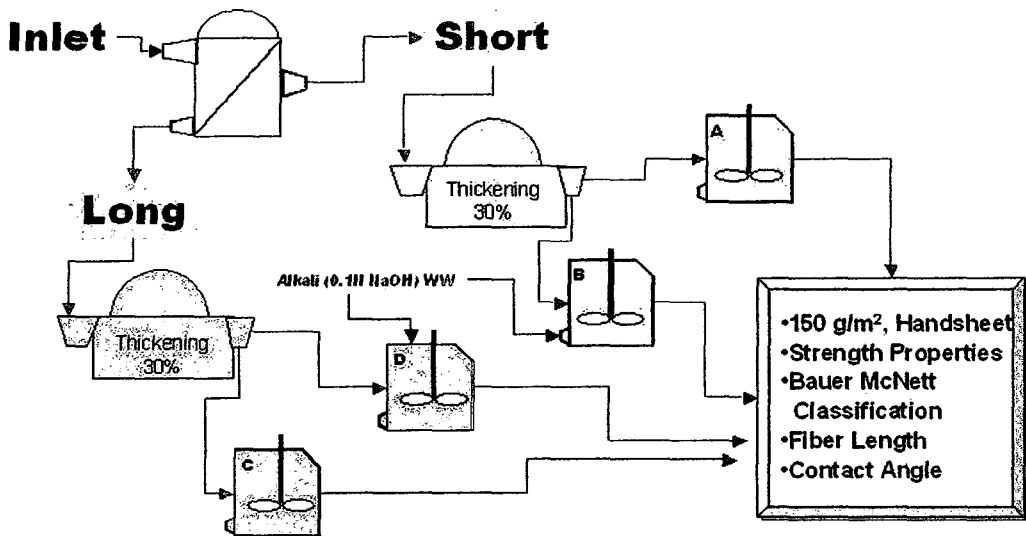


Fig. 7. Effect of alkali on hydration of screen reject portion of KOCC.

3. 결과 및 고찰

3.1 종이의 강도에 영향을 주는 제 3의 섬유분급 인자 탐색

상기한 2.1에서 언급했듯이 저농도 펄핑후 섬유의 제타 포텐셜이 낮아지고 백수의 CODcr와 PCD는 증가했다. 이는 마일드한 기계적처리에 의해 섬유를 둘러싸고 있는 다양한 이물질들이 제거되어 섬유간의 결합형성 능력을 높여주어 종이의 강도가 향상된것이라 판단된다. 이에 섬유를 둘러싸고 있는 다양한 이물질을 효과적으로 제거하여 섬유간의 결합면적을 넓히고자 Enzyme의 일종인 리파아제 1%를 첨가하여 종이의 강도를 측정하였으나 종이간의 강도차이가 미비한 것으로 나타났다.(Fig. 8)

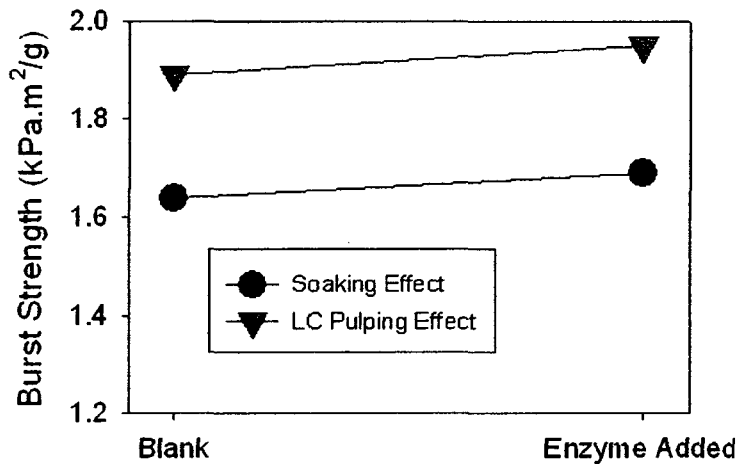


Fig. 8. variation of burst strength by enzyme

고지의 재활용시 섬유간의 결합을 방해하는 가장 큰 원인 중 하나인 사이즈제를 첨가하여 repulping 전후에 따른 섬유의 변화를 측정한 결과 다음과 같았다. 무처리한 종이가 사이즈 처리된 종이보다 repulping 후 초기 파열 강도가 우수하였으며 repulping 시간이 증가 할 수록 종이간의 강도적 차이가 감소하는 것을 볼 수 있었으며 펄핑시간에 따른 여수도의 변화는 매우 미비한 것으로 나타났다.(Fig. 9) 종이의 접촉각을 측정한 결과 repulping 후 접촉각이 현저히 떨어지는 것을 볼 수있다.(Fig. 10)

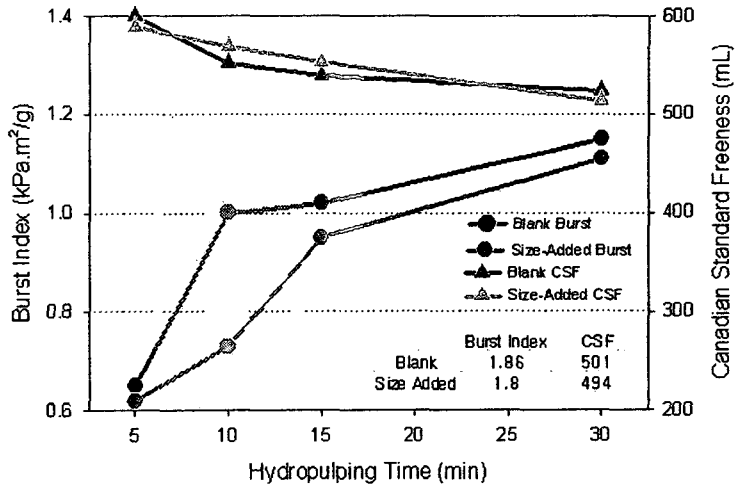


Fig. 9. Burst Vs. freeness of pulping time.

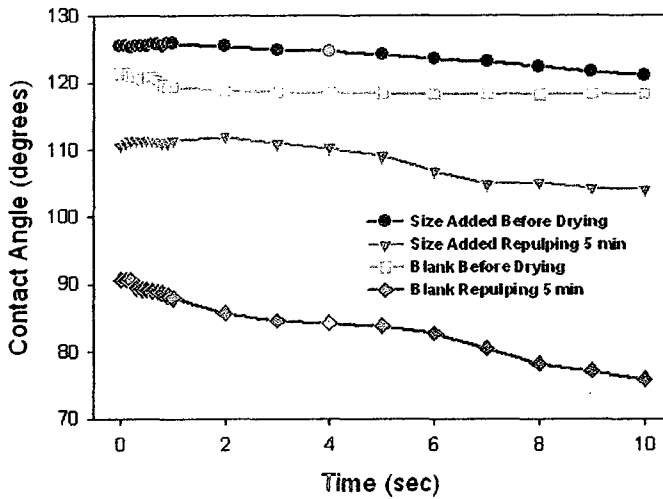


Fig. 10. Hydrophobicity measured by contact angle.

Bauer McNett 결과를 보면 16-30mesh에서의 섬유유 양은 사이즈제를 첨가한 경우가 무처리한 경우에 비해 섬유유 양이 약 4.7%정도 증가한 것을 볼 수 있으며 Repulping후에는 그차가 3.8%정도 감소하는 것을 볼 수 있다.(Fig. 11-12)

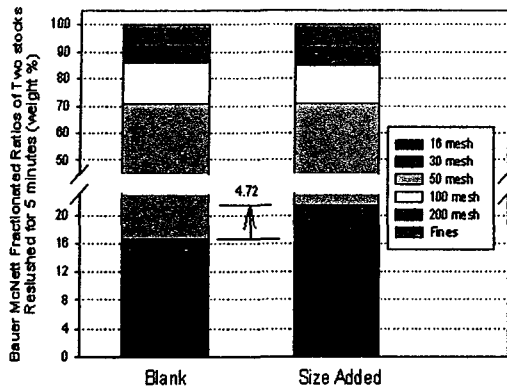


Fig. 11. Bauer McNett fractionated Ratios of two stocks.(before repulping)

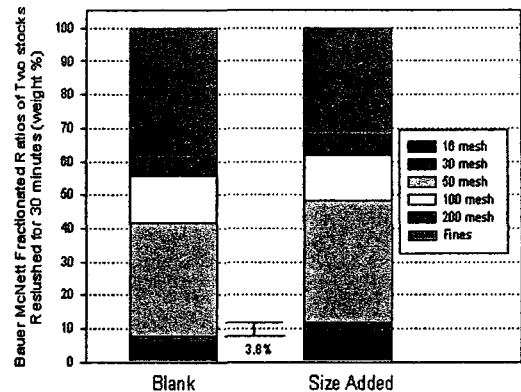


Fig. 12. Bauer McNett fractionated ratios of two stocks.(after repulping)

16mesh를 통과하지 못한 섬유의 섬유장을 측정 한 결과 사이즈제를 첨가한 경우 섬유 의 길이가 짧음에도 불구하고 16mesh 슬롯을 통과하지 못한 섬유들을 관찰할 수 있었 다.(Fig. 13) 하지만 100mesh에서는 Fig. 13에서와 같이 섬유장의 차이를 관찰 할 수 는 없었다.(Fig. 14) 짧은 섬유가 16mesh를 통과하지 못하고 존재하는 이유는 사이즈 제의 첨가로 수화가 잘 일어나지 않고, 섬유가 강직해져 유연성이 떨어졌기 때문이라 판단된다.

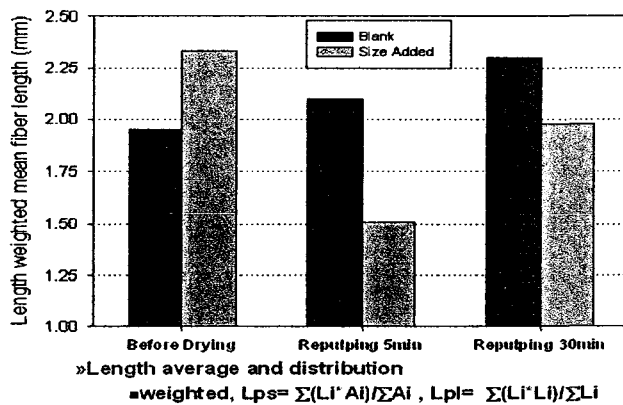


Fig. 13. Effect of sizing treatment on mean fiber length of Bauer Mcnett classified stock in 16mesh stage.

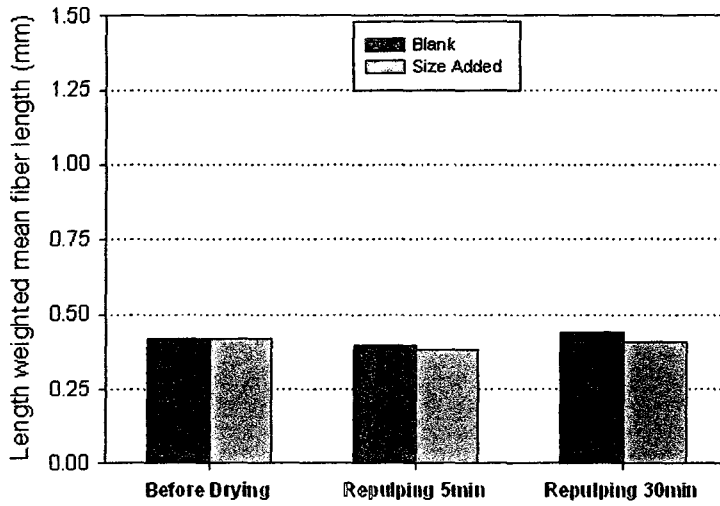


Fig. 14. Effect of sizing treatment on mean fiber length of Bauer Mcnett classified stock in 100mesh stage.

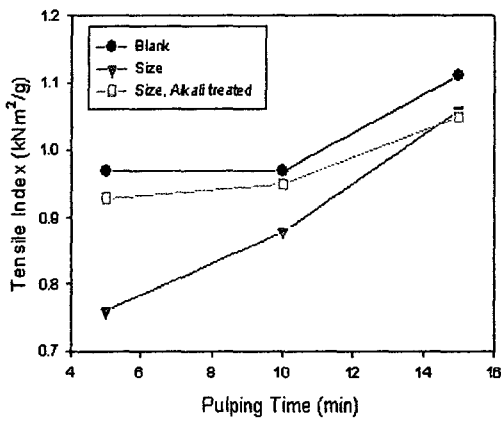


Fig. 15. Strength recover by alkali.

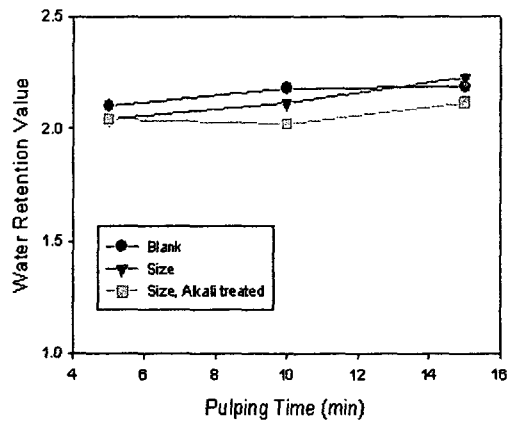


Fig. 16. Change of water retention value by alkali.

alkali를 첨가해서 사이징된 지료를 repulping한 경우 펄핑시간 초기에 종이의 강도회복 속도가 펄핑만 했을 경우에 비해 빠르게 진행되었으나 펄핑 시간이 증가함에 따라 종이의 강도적 차이는 미비해지는 결과를 얻었다.(Fig. 15) repulping만으로도 극소량의 alkali를 첨가하였을 시의 결과와 같이 섬유 수화를 방해하는 대표적 오염 물질인 사이즈제의 분해를 촉진시켜 섬유의 수화를 도울 수 있을 것이라 판단된다.(Fig. 17)

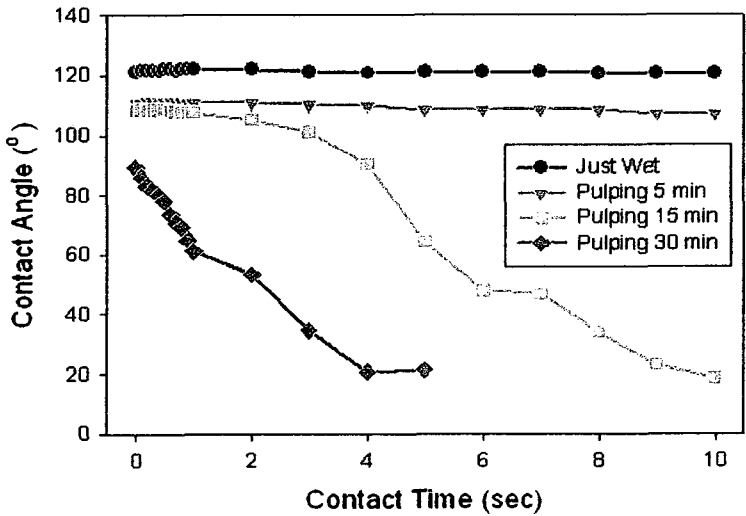


Fig. 17. Reduction of hydrophobicity Vs. LC pulping time.

고지를 재활용하여 실제 라이너지를 생산하고 있는 S제지사의 지료를 채취하여 상기한 2.2.4의 실험을 실시한 결과를 보면 Alkali를 첨가하여 repulping한 결과 장, 단섬유 모두 종이의 강도가 크게 향상되는 것을 볼 수 있었다. 특히, 장섬유분에 대한 파열강도의 향상 폭은 약 12.3%로 단섬유분에 비해 높았으며 이때 장섬유분의 여수도 변화는 6.7%로 미비하였다.(Fig. 18)

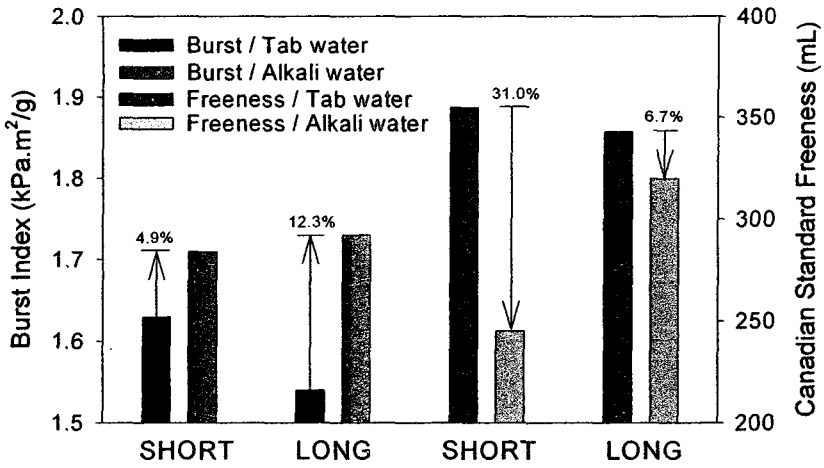


Fig. 18. Burst Vs. Freeness by alkali.

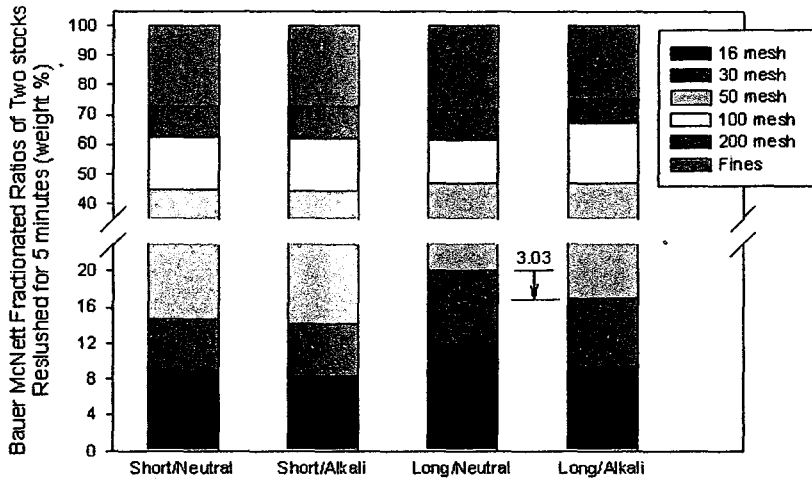


Fig 19. Bauer McNett fractionated ratios of fractionated OCC by alkali.

Bauer McNett를 이용하여 섬유의 분율을 측정된 결과 Alkali를 첨가하여 펄핑한 경우 30mesh이상에서 섬유의 양이 약 3.0%정도가 감소한 것을 볼 수 있다.(Fig. 19)

상기한 실험 결과를 통해 mild한 기계적 처리는 섬유의 수화를 방해하는 사이즈제와 같은 소수성물질을 제거하는데 효과적이며 alkali의 첨가로 그러한 이물질이 세척되는 것으로 볼때 사이즈제와 같은 소수성 물질이 수화를 저해하는 요인임을 확인하였다..

4. 결 론

본 연구에서는 수화 정도가 종이의 강도에 미치는 영향을 관찰하고 골판고지의 재활용시 섬유의 수화를 방해하는 소수성 물질들을 효과적으로 제거하여 섬유간 결합력을 향상시켜 종이의 강도를 개선하고자 하였다. 실험결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 스크린을 활용한 OCC 섬유분급의 운전인자로서 섬유의 길이 이외에 섬유의 유연성(flexibility)을 들 수 있으며 섬유의 수화(hydration) 정도가 미흡할수록 섬유의 유연성이 저하된다.
2. 섬유의 수화를 방해하는 대표적인 오염물질로서 사이즈제를 예로 들 수 있으며 이것의 처리에는 MMT(mild mechanical treatment)가 적합하다고 생각된다.
3. 섬유를 둘러싸고 있는 불순물 중 사이즈제는 섬유의 수화를 방해하는 대표적인 오염물질로서 이를 섬유의 손상 없이 효과적으로 제거할 수 있다면 탈수성의 큰 변화 없이 종이의 강도적 성질이 향상될 것이라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 청정생산기술개발사업의 일환으로 수행되었으며 본 실험을 위해 애써주신 신대양제지(주) 직원 여러분께 감사드립니다.

인용문헌

1. Ashely T. Michael Strauss, and Lester R. Brown, The Environmental Trends That are Shaping Our Future, Vital Signs (1998).
2. Ellis R. L. and K. M. Sedlachek, Chap.2. Recycled-versus virgin-fiber characteristics : a comparison, R. J. Spangenberg (ed.), Secondary Fiber Recycling, TAPPI PRESS, (1993).
3. F. Hemilton, B. Leopold, and M, J. Kocur다(ed.) : Pulp & Paper Manufacture vol. 3. Secondary Fiber & Non-Wood Pulping, Joint Texbook Paper Industry. (1987).
4. Smook. G.A. Handbook for Pulp and Paper Technologists 3rd ED., Angus Wilde Publications (1992).
5. 안병주, 류정용, 김용환, 송봉근: OCC펄프의 분급 및 해리최적화 기술개발 (III), 한국펄프종이공학회, (2003).
6. M. Abubkr, Gary M. Soott, and John H. Klungness, Fiber fraction as a method of improing handsheet properties after repeated recycling.
7. Reynolds, W. F., Ed., "The Sizing of Paper" , 2nd Ed., TAPPI Press (1989).