

알칼리 저감형 신문지용 복합 탈묵제

윤경동* · 박헌신¹⁾ · 강윤석¹⁾ · 엄태진

경북대학교 임산공학과, ¹⁾(주)청산 화학

Complex Agent for low alkalinity Deinking process of ONP
Kyoung-Dong Yoon*, Heon-Sin Park¹⁾, Yun-Seog Kang¹⁾, Tae-Jin Eom

Department of wood science and Technology,
Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
tjeom@knu.ac.kr

¹⁾CheongSan Chemical Co.,
Chungcheongbukdo 373-833, Korea

ABSTRACT

Deinking is a series of unit operations designed to detach ink from cellulose fibers and separate the dispersed ink from the pulp slurry. Deinking chemicals are process aids that enable expensive mill equipment used in these unit operations to operate more efficiently. This paper presents an overview of ONP deinking efficiency with cellulolytic enzymes and synthetic collector in low alkalinity process. The deinking efficiency of old news print even in low alkalinity condition was enhanced with enzyme contained complex agent. The brightness of deinked pulp was increased with less residual ink particles and yield of deinked pulp was improved compared to the deinked pulp of conventional alkaline method.

Key words : *Deinking, commercial cellulolytic enzymes, neutral pH, surfactant, brightness, mechanical strengths*

1. 서론

일반적으로 고지의 펄핑은 가성소다(sodium hydroxide) 및 규산소다(sodium silicate), 그리고 계면활성제(surfactant)로서 탈묵제를 사용하는 알칼리 조건에서 실시한다. 가성소다는 레진의 가수분해와 양호한 비누화를 위한 알칼리도, 섬유유연성, 그리고 염색단의 형성을 최소화하고 과산화수소(hydrogen peroxide)의 반응을 원활하게 하며 규산소다는 pH에 대한 안정제 역할을 한다[3]. 그러나 알칼리 탈묵은 여러 가지 단점을 가지고 있다. 예를 들면, 규산염(silicate)은 가끔 스케일링과 초지계에 점착 문제를 일으킨다[4]. 또한 가성소다로 처리하면 펄핑단계에서 섬유가 팽윤되면서 토너 잉크입자들이 크고 얇은 판상조각형태로 섬유로부터 박리되어 flotation 방식이나 세척법으로 제거하기에 너무 크고 클리너나 스크린으로 제거하기에 너무 작으며 잉크입자에 미세섬유들이 달라붙은 상태로 잉크가 박리되어 소수성이 저하됨에 따라 지료 내에 유동하는 것으로 알려져 있다[5,6]. 뿐만 아니라 섬유유연의 Hemicellulose와 lignin 분해를 일으켜서 폐수계의 화학적 산소요구량(COD)을 증가시킨다[7]. 이러한 단점을 해결하기 위한 방안으로 중성탈묵등 여러 가지 방안이 연구되고 있다.

본 연구에서는 섬유소 분해효소가 첨가된 탈묵용 복합계면활성제를 개발하고 기존의 탈묵제제와 같은 탈묵효과를 유지하면서 가성소다와 규산소다의 사용량을 획기적으로 절감시켜 폐수처리 부담의 절감, 설비의 청정화, 비용의 절감 등을 도모하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

1. 재료

1.1. 공시펄프

연구에 사용되어진 고지는 ONP를 사용하였다. 먼저 ONP는 인쇄된지 6개월을 경과하지 않는 시료를 길이 2cm 폭 3cm로 손으로 찢어 사용하였다.

1.2. 탈묵약품

가성소다(NaOH), 규산소다 3종(Na_2SiO_3),

EO-PO copolymer형 비이온계면활성제 : CDA-90

섬유소 분해효소: Denimax BT, Fiberyzyme, Multifect-, 등

복합탈묵제 조성비의 예를 표 1에 나타내었다.

Table 1. 탈묵용 복합계면활성제 성상 (%)

구분	복합탈묵제 I	복합탈묵제 II
알콜계 계면활성제	80-95	80-95
지방산 soap계	-	1-10
cellulase/hemicellulase	1-10	1-10
수용성 폴리머	0.01-5	0.01-5
안정화제 I	0.0001-0.01	0.0001-0.01
안정화제 II	0.0001-0.01	0.0001-0.01

2. 실험방법

2.2.1 Pulping

제조된 각 type의 복합 탈묵제를 기타 계면활성제와 함께 투입하였다. ONP를 4% 농도, 50℃로 조절하여 표준 해리기에서 회전수 3000으로 해섬하였다.

2.2.2 Flotation

ONP Pulp를 1%로 희석한후 50℃, 10min, Air 3ℓ/min의 조건에서 통상의 Flotation법에 의해 탈묵하였다. flotator는 본 연구수행을 위하여 제작된 것으로 그 상세한 그림을 fig. 1에 나타내었다.

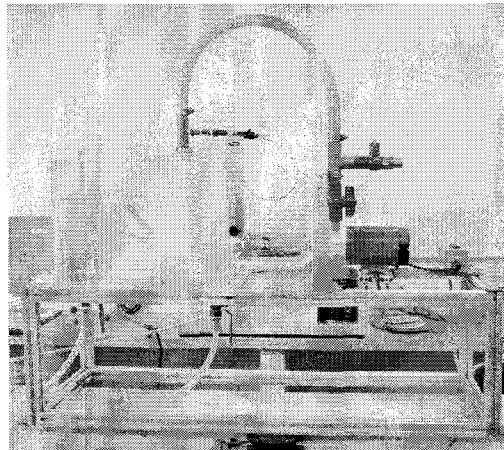


fig. 1. Laboratory scale flotator

2.2.3 탈묵 지료의 백색도 측정

Flotation 전후의 지료 백색도를 측정하기 위해 수초지를 TAPPI Method T205에 따라 제작하였고, Flotation중에 거품과 함께 제거되는 reject도 수집하여 무게를 알고 있는 여과지를 사용하여 여과한 후 여과지와 함께 건조하여 정량하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 가성소다와 규산소다의 첨가량 감소에 따른 백색도와 수율 변화

탈묵용 복합계면활성제(이하 복합탈묵제)와 EO-PO copolymer형 비이온계면활성제(이하 합성탈묵제)를 사용하였을 경우 탈묵 효과를 비교하기 위한 한 방법인 백색도와 수율을 표 2에 나타내었다. 또 가성소다와 규산소다의 첨가량 감소에 따른 탈묵효과의 감소 정도를 비교하기 위해 탈묵전·후에 변화되는 백색도를(δ -Brightness) fig. 1에 나타내었다. fig. 2을 보면 복합탈묵제를 사용한 경우는 화학탈묵제만 사용한 경우에 비해 가성소다와 규산소다의 첨가량 감소에 따른 δ -Brightness의 감소가 훨씬 완만함을 알 수 있다. 이는 생화학제제의 효소활성이 pH가 중성으로 갈수록 높아짐에 따라 탈묵성능이 높아진 결과라고 생각된다. 따라서 이는 기존의 합성탈묵제만 사용했을 경우보다 생화학제제가 혼합된 복합탈묵제를 사용하면 가성소다와 규산소다의 사용량 감소를 기대할 수 있을 것이라고 생각된다.

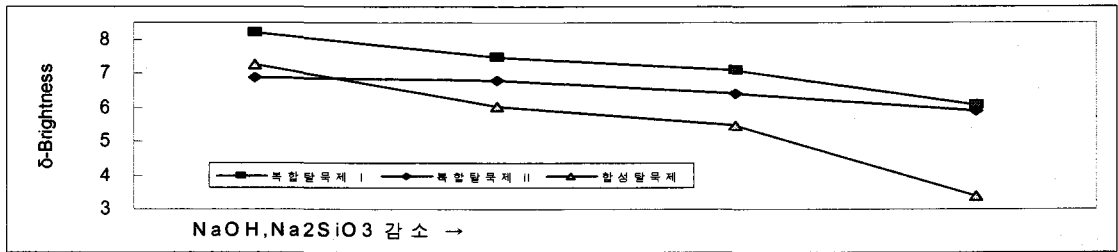


Fig. 1. NaOH와 Na₂SiO₃ 감소에 따른 탈묵전·후의 백색도 변화

Table 2. 가성소다와 규산소다의 첨가량 감소에 따른 백색도와 수율 변화

구분	NaOH, Na ₂ SiO ₃ 첨가량(고지대비 농량%)	탈묵전	탈묵후	δ -Brightness	yield(%)
복합탈묵제 I	1%, 2%	44.44	52.65	8.21	95.5
	0.5%, 1%	45.98	53.46	7.47	96.4
	0.1%, 0.2%	45.62	52.71	7.09	97.1
	無	46.3	52.35	6.06	98.1
복합탈묵제 II	1%, 2%	44.83	51.7	6.87	96
	0.5%, 1%	44.03	50.83	6.8	96.4
	0.1%, 0.2%	45.99	51.41	6.42	96.6
	無	45.37	51.28	5.91	96
화학탈묵제	1%, 2%	45.86	53.12	7.25	95.2
	0.5%, 1%	44.24	51.24	6.01	95.5
	0.1%, 0.2%	45.33	50.81	5.48	96.8
	無	47.06	50.44	3.39	96.5

3.2. 복합탈묵제와 합성탈묵제의 탈묵 효과 비교

가성소다와 규산소다 첨가량을 고지 대비 0.5%, 1 %수준으로 감소하였을 때 복합탈묵제와 합성탈묵제의 탈묵 효과를 표 3,4에 나타내었다.

Table 3. 복합탈묵제와 합성탈묵제의 탈묵 효과 비교-1

		수율(%)	백색도(°ISO)	평량(g)	비인열도	열단장(km)
A	전	95.2%	45.3	145.4	4.1	3.5
	후		50.8	134.3	5.2	3.8
B	전	95.5%	44.2	134.6	3.7	3.1
	후		51.2	134.3	5.2	3.5
C	전	96.4%	46.0	129.0	3.9	3.2
	후		53.5	145.2	6.9	3.8

(A: EO-PO Surfactant, NaOH 1%, Na₂SiO₃ 1.35%, B: EO-PO Surfactant, NaOH 0.5%, Na₂SiO₃ 0.65%, C: Complex agent I, NaOH 0.5%, Na₂SiO₃ 0.65%.)

Table 4. 복합탈묵제와 합성탈묵제의 탈묵 효과 비교-2

		pH	탁도(280nm)	zeta potential (mV)	COD(mg/L)	여수도(CSF ml)
A	전	7.9	2.85	-34.1	420	480
	후	7.9	3.51	-24.3	366	500
B	전	7.6	1.04	-29.8	408	470
	후	7.6	1.80	-29.1	336	480
C	전	7.6	1.78	-29.3	394	440
	후	7.5	2.79	-27.7	308	500

(A: EO-PO Surfactant, NaOH 1%, Na₂SiO₃ 1.35%, B: EO-PO Surfactant, NaOH 0.5%, Na₂SiO₃ 0.65%, C: Complex agent I, NaOH 0.5%, Na₂SiO₃ 0.65%.)

표 3,4에서 pH는 8.5 수준으로 약 알카리도를 나타내고 있으며, 복합탈묵제를 사용하였을 경우가 합성탈묵제를 사용하였을 경우보다 백색도가 상승한 결과를 나타내고 있다. 또한 비인열도와 열단장을 비교하여 볼때 펄프의 물리적 성질 또한 개선되었다. 이는 펄핑동안 cellulase가 섬유표면에서 셀룰로오스 분자들을 부분적으로 가수분해와 해중합하여 피브릴화를 증가시키는 효과를 가져온 결과라고 생각된다. zeta potential의 경우 복합탈묵제가 합성탈묵제에 비해 미량 개선되었다. 이는 enzyme이 pH의 변화에 따라 전하의 성질이 변화되는 양성(amphoteric)물질로써 양전하의 물질로 작용하였기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 결과는 합성탈묵제를 사용하였을 경우보다 미세분들을 응결 또는 응집시키기 위한 약품의 투입량 또한 절약할 수 있을 것으로 기대된다. COD, 탁도, SS 등의 감소로 폐수 처리 부담의 절감, 설비의 청정화, 비용의 절감 등을 기대할 수 있다.

4. 결론

탈묵 공정에서 기존의 화학탈묵제보다 cellulase를 이용한 복합탈묵제가 상대적으로 높은 백색도와 수율을 나타내었다. 또한 가성소다와 규산소다를 감소하여도 화학탈묵제보다 복합탈묵제의 백색도와 수율의 높게 유지됨으로 가성소다와 규산소다의 투입량을 획기적으로 절약할 수 있음을 확인 할 수 있었다. 펄프, 제지 사업에서 공업용수의 처리 문제는 무엇보다 심각한 문제인데 탈묵공정에서 복합탈묵제를 사용하여 백색도와 수율을 유지하면서 가성소다와 규산소다의 사용량을 획기적으로 감소시켜 초지기의 wire나 felt의 사용 수명을 연장하고 백수중의 COD, BOD에 의한 영향을 줄일수 있고 폐수처리 부담의 절감, 설비의 청정화, 비용의 절감 등을 기대할 수 있다.

5. 참고문헌

1. Eom, T.J., 1995. Micronization and deinking of laser printed ink with polysaccharides, J. of Korea Tappi, 27(3), 61-67.
2. Eom, T.J., Ow, S.K., Enzymatic deinking method of old news paper, Japan Tappi, 45(12), 1377-1382.
3. Schwartz, A. M., Surfactant and Colloid Science, John Wiley & Sons, New York, p. 963(1972)
4. Anderson, J., Chemical techniques to improve deinking efficiency, World Paper, 3 : p. 176-180(1994)
5. Greer, C. S., and Cospers, D. R., Temperature deinking of non-impact printed office waste, Results of laboratory, pilot and commercial trials of a new "laser" Deinking program, 1994 TAPPI Recycling Symposium, p. 423.
6. Wielm, L. V., Panek, J. C., and Pfromm, P. H., Effect of temperature and pH on the fracture of toner 열 새 paper swelling, 1997 TAPPI Recycling Symposium, p.125
7. Suss, H. U., Nimmerfroh, N Jakob, H., Reinold, A, and Hopf, B., Papirerrecycling : Flotation von Fllstoffen und Fasern, Wochemblattfur papierfabrikation, 120(8) : p. 303-307(1992)