

백상지 혼합고지의 알칼리 탈묵과 탈묵제 젖음성의 영향

윤병태[†] · 김영호^{*1} · 김철웅^{*2} · 서영범^{*3} · 전양^{*3}

(2003년 5월 29일 접수; 2003년 10월 15일 채택)

Effect of Deinking Agent Wettability on the Alkaline Deinking of Mixed Office Wastepaper

Byong-Tae Yoon[†], Young-Ho Kim^{*1}, Chul-Ung Kim^{*2},
Yung B. Seo^{*3}, and Yang Jeon^{*3}

(Received on May 29, 2003; Accepted on October 15, 2003)

ABSTRACT

The effect of wettability of deinking agents which formed with various nonionic surfactants against the pulp fibers and ink particles were studied. And the effect of flotation processes on the deinking were also investigated. The wettabilities of the deinking agents against the water and ink particles were measured by Washburn tube and sessile drop techniques, respectively. As the water absorption increased (i.e., hydrophilicity increased), the ink removal increased, which indicates that the ink removal is strongly affected by the detachment process due to the swelling of the pulp. Also, when the contact angle of air/ink/deinking agent increased, the hydrophobicity of the ink particles increased, the efficiency of the ink removal and the brightness increased.

1. 서론

인간의 생활수준 및 문화의 발달과 더불어 인쇄기술이 향상됨에 따라 복사지와 Laser CPO(Computer Printed Out), 그리고 MOW(Mixed Office Wastepaper)와 같은 고품질의 펄프로 제조된 백상지 고지들의 발생량이 급속도로 증가하고 있는 추세이다. 그러나 이러한 고지들은 난 탈묵성 고지라는 단점을

가지고 있다. MOW에 포함되어있는 토너잉크는 오프셋잉크와는 달리 오일 비이클이 없으며, 카본블랙안료와 스틸렌-아크릴레이트 및 폴리에스터 등과 같은 열가소성 수지 바인더로 구성되어있으며, 인쇄 시 고착되는 열융착 형태를 띠고 있기 때문에 섬유로부터 완벽한 박리가 어렵고 박리된 잉크입자의 크기가 부상부유 제거영역의 범위를 초과하여 제거가 어렵다고 알려져 있다.¹⁾ 펄핑시 섬유로부터 잉크입자의 완전한 박리

한국화학연구원 화학기술부(Cheical Technology Division, KRICT, P.O. BOX 107, Yusong, Taejon, 305-600 Korea).

*1 한경대학교 화학공학과(Dept. of Chem. Eng., Hankyong National University, Ansong 456-749, Korea).

*2 한국화학연구원 응용화학부(Applied Chemical Division, KRICT, P.O. BOX 107, Yusong, Taejon, 305-600 Korea).

*3 충남대학교 임산공학과(Dept. of Forest products, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea).

[†] 주저자(Corresponding author): e-mail: btyoun@kRICT.re.kr

현상은 탈묵제와 잉크간의 젖음성,²⁾ 인쇄경과시간,^{2,3)} 인쇄잉크의 두께,⁴⁾ 펄핑조건^{5, 6)}과 같은 여러 가지 요인에 의존되는 것으로 보고 되고 있다.

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 어떤 반대물질들을 약화시키면서 과산화수소(hydrogen peroxide)의 실행 간에 신중한 균형 작용을 하며 규산소다는 pH에 대한 안정제 역할을 한다.⁷⁾

최근 들어 탈묵공정에서는 알코올계통의 비이온성 계면활성제인 탈묵제를 많이 사용하고 있는 추세이다. 그 이유는 음이온성 및 양이온성 계면활성제에 비해서 백수의 정도 및 pH에 크게 영향을 받지 않으며, 비이온성 활성제의 친수기가 수중에서 해리 되지 않는 장점이 있기 때문이다.⁸⁾

따라서 현재 백상지 혼합고지의 탈묵공정에 널리 사용되고 있는 상용의 서로 다른 비이온성 계면활성제의 탈묵제를 알칼리 탈묵에 적용하여 펄핑단계에서 탈묵용액이 펄프섬유에 대하여 흡수되는 젖음성과 토너잉크에 대한 젖음성을 측정하여 이에 따른 탈묵효과등을 상호 비교하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

2.1.1 공시펄프

국내의 위생용지 생산업체인 P&G(구:쌍용제지) 조치원 공장과 대한펄프에서 구입한 미국산 백상지 혼합고지(Woodfree wastepaper)를 사용하였으며 구성은 다음과 같다.

White ledger	: 60%
Laser CPO (Computer Printed Out)	: 20%
Office wastepaper	: 20%

2.1.2 펄핑 및 탈묵약품

본 연구에 사용된 탈묵제들은 Table 1처럼 지방산 알칼계 3종류, 지방산계 1종류를 사용하였다. 사용량

Table 1. Types of used deinking agents

Types	Fatty-alcohol		Fatty acid	
	A	B	C	D
Deinking agent				
Surface tension (dyn/cm)	32.1	30.0	35.1	37.2

은 백상지혼합고지의 전건무게를 기준으로 0.5 wt% 이었다. 가성소다(NaOH)는 1급시약을 사용하였으며 pH 11정도를 유지하기 위해 적정량을 첨가하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 잉크제거 실험

Fig. 1은 백상지 혼합고지를 사용하여 기존 알칼리 탈묵 실험에 관한 실험절차를 나타내었다. 잉크제거 단계는 펄핑, 숙성, 및 flotation 공정으로 이루어졌다. 고지의 펄핑은 helico 형태의 고농도 펄퍼에서 실시하였는데, 먼저 펄핑농도 13%에 해당되는 양의 65 °C 물을 펄퍼에 넣고, NaOH와 탈묵제를 투입하였다. 여기에 적당한 크기로 찢은 2.1.1항의 고지(MOW) 200 g(전건무게)을 투입하고 로터의 회전수 300 rpm으로 고정하여 온도 55 °C정도, pH 약 11.0 정도에서

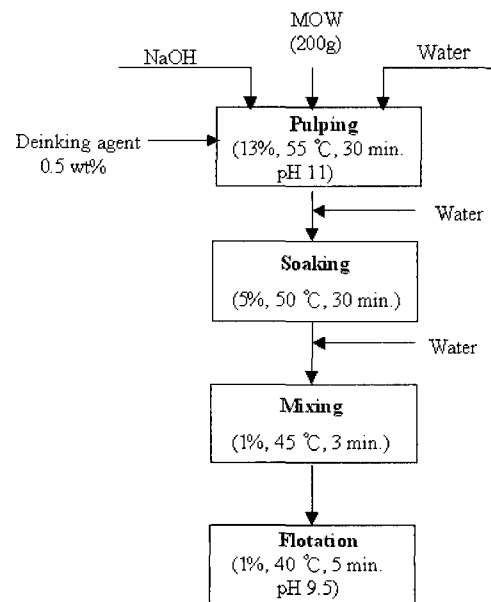


Fig. 1. Schematic block diagram of alkaline deinking process.

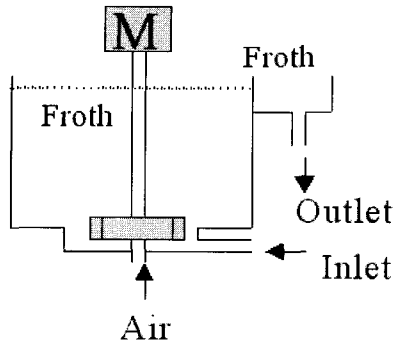


Fig. 2. Schematic diagram of Voith flotation cell.

30 분간 펄핑을 실시하였다. 펄핑 후 전건무게 170 g 의 시료를 채취하여 5% 농도로 희석시킨 후, 50 °C 의 항온수조(water bath)에서 30 분간 숙성시켰다. 숙성 후 45 °C 의 일반상수로 농도 1.0%가 되게 희석하고, 섬유로부터 박리된 잉크가 섬유에 재흡착을 방지하고 균일하게 분산되도록 3 분간 교반하였다. 잉크를 비롯한 이물질들을 제거시키기 위한 목적으로 Fig. 2와 같은 Voith사에서 제작한 flotation방식의 탈묵장치를 사용하여 온도 40 °C, pH 약 9.5정도에서 5 분간 잉크 제거작업을 실시하였다.

2.2.2 백색도, 잉크 분포도 및 제거율 측정

탈묵처리된 재생펄프의 백색도 및 잉크제거율을 다음과 같은 방법으로 측정한 후, 그 결과를 비교 평가하여 탈묵효과를 분석하였다. 펄핑 후와 잉크제거 후의

시료 일부를 채취하여 평량 150 g/m²의 백색도 및 화상분석용패드를 buchner funnel(150 mm φ)에서 제조하였다. 이어서 압착기로 패드에 잔류하고 있는 수분을 제거한 후 송풍 건조시켜서 TAPPI standard에 따라 헌터 백색도 측정기로 패드의 백색도를 측정하여 탈묵전 후의 백색도 차를 산출하였다. 또한 잉크의 분포도 및 제거율은 BMI Plus system의 화상분석기를 이용하여 측정하였다.

2.2.3 탈묵제의 표면장력 측정

탈묵제가 펄프에 미치는 영향 중 펄프표면으로부터 잉크 박리는 펄프와 잉크간의 점착에너지에 기인한다.⁹⁾ 이러한 점착에너지는 용액의 표면에너지와 밀접한 관계를 가지므로 각 탈묵제에 대한 표면에너지(표면장력)를 측정하였다. 표면장력 측정은 Wilhelmy 평판법¹⁰⁾을 이용하였다. 측정시료 표면에 순수한 백금 평판을 접촉시켜서 이때 발생하는 표면의 힘을 미세 발란스로 측정하여 표면에너지가 측정되었으며, 측정 기기로는 Fig. 3과 같은 표면장력계(KSV Sigma-70, Finland)를 사용하였다. 매 실험 전 백금 평판은 Chromic 산으로 세척하고 알코올버너로 달구어 잔류 유기물을 제거한 다음 표면 접촉각이 "0"이 되는 조건에서 측정하였다.

2.2.4 탈묵제의 젖음성 평가

탈묵의 원리는 부유물에서 친수성 입자와 친유성 입자간의 젖음성 차이를 근거로 하고 있으며,⁹⁾ 친수성인

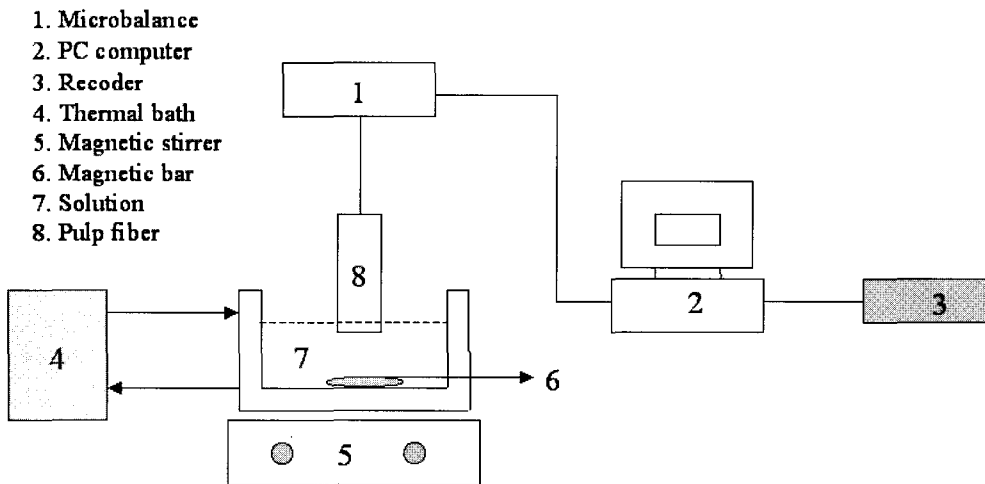


Fig. 3. Schematic diagram of Sigma-70, KSV instrument.

펄프섬유와 친유성인 잉크에 대하여 탈묵제 액의 젖음성을 평가하는데, 본 연구에서는 Washburn tube 방식¹⁹⁾에 의해 평가하였다. 먼저 복사용지를 Willymillgrinder로 분쇄하여 hole type의 40-80 mesh체를 통과한 펄프섬유를 105 °C 건조기에서 1 시간동안 건조시킨 후 데시케이터에 보관하였다. 항온항습실(22 °C, 50%)에서 이 건조펄프섬유 1.8 g을 직경 0.85 cm 및 길이 5 cm의 피펫튜브에 공극률이 일정하도록 같은 높이로 정확히 채운 후 Fig. 3과 같은 마이크로 저울(Sigma-70, KSV Instrument, Finland)에 장착하여 탈묵제의 액(0.7 g/L)의 흡수도를 측정하였다. 또한 흡수도 측정은 시료를 채운 튜브를 저울 상단에 고정시키고 하단에 50 mL 비이커를 이용하여 시험할 탈묵제 액(0.7 g/L)의 일정량(약 30 mL)을 정량하여 넣고 시료튜브의 밑 부분을 탈묵제에 접촉시킨 후 시간에 따른 무게 증가 변화로서 액의 흡수정도를 비교 평가하였다. 시료튜브가 액에 접촉하는 동안 탈묵제 액에 따라 서로 다른 속도로 시료에 흡수되는 정도를 측정하였으며 이때 용액의 농도, 온도는 탈묵실험과 동일한 시료 및 조건을 유지하였다. 이상의 과정을 각 탈묵제에 대하여 5번 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

Washburn 방식에 의한 튜브내의 펄프에 대한 습윤 선속도(v)는 다음 식과 같이 표시된다.⁹⁾

$$V = kr_p \cos\theta \frac{r^3}{l\eta} \quad [1]$$

여기서 k 는 상수, γ_p 는 액체의 표면 장력, θ 는 접촉각, r 은 펄프입자 사이

형성된 모세관의 평균 직경, l 은 모세관의 길이, η 는 액체의 점도를 나타낸다. 이 본 실험 조건에서는 펄프의 채운 양이 모두 같고, 또 채운 높이와 관의 길이도 모두 동일하다. 또한 계면활성제의 농도는 충분히 낮아서 탈묵제의 종류에 관계없이 액체의 점도(η)가 모두 거의 비슷하다고 가정하면 전 시료에 대하여 흡수이동속도는 다음과 같이 표시 할 수 있다.

$$V = ar_p \cos\theta \quad [2]$$

여기서 a 는 모든 시료에 관계없이 일정한 상수이다.

(2)식에 따르면 탈묵제의 펄프에 대한 흡수이동속도는 액체의 표면 장력(γ_p)이 클수록, 접촉각(θ)이 작을수록(즉, 젖음성이 클수록) 크게 된다.

탈묵제의 잉크에 대한 젖음성 평가는, 일반 레이저 프린터에서 OHP film에 잉크를 진한 두께로(3 회 프린트 후, 수 micro 두께 추정) 코팅 후 탈묵제의 액적

을 표면에 접촉시켜 평형 접촉각을 측정하여 수행하였다. 이 경우 접촉각 측정은 접촉각 측정기(First Ten Angstrom, 모델 FTA-200)을 사용하여 직접적 화상 관찰에 의하여 행하였다. 측정원리는 측정 장비에 탈묵제 액이 들어있는 실린지를 장착하고 실린지로부터 펄핑에 의하여 생성된 액적을 코팅용지 표면에 적하시킨 후 이를 카메라로 촬영하여 액적의 곡면과 평판사의 백터 기울기로부터 수학적으로 접촉각을 측정하는 것으로, 촬영된 화상으로부터 접촉각 계산은 적하된 액적의 곡면 좌표를 화상분석기로 해석하여 가능하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 펄프섬유 및 잉크표면의 젖음성

탈묵제에 따른 펄프섬유에 대한 수분의 젖음성 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 펄프섬유에 대한 수분의 젖음성은 탈묵제 B를 사용할 경우가 가장 높고, 다음으로 A 및 C 순서로 낮으며 탈묵제 D를 사용할 경우가 가장 낮게 나타났다. 이 결과는 탈묵제 B를 사용할 경우 다른 탈묵제를 사용할 경우보다 펄프섬유 표면을 보다 친수화시키는 힘이 강하여 그만큼 수분에 대한 젖음성을 증가시킨다는 것을 의미한다. 2.2.4항에서 식 (2)에 따르면 탈묵제의 습윤속도(v)는 용액의 펄프에 대한 접촉각이 작을수록 빠름을 알 수가 있다. 즉 탈묵제의 습윤량도 중요하지만 시간에 변화에 따른 습윤량이 접촉각과 직접적인 관계가 있다. Fig. 4를 고찰하여 보면 탈묵용액 B의 경우 초기 시간에 따른 흡수량 즉 그래프에서 초기 기울기(dv/dt)가 매우 높고, 탈묵제 D의 경우 상대적으로 매우 낮음을 알 수 있다. 즉, 습윤속도는 일정한 표면장력에 대하여 B의 경우가 매우 빠름을 알 수 있다. 펄프섬유의 표면으로부터 잉크입자의 박리는 펄프섬유에 대한 수분의 젖음성과 깊은 관계가 있는 것으로 알려져 있다.^{6, 11-13)} 본 실험 결과에 의하면 펄프로부터 잉크 박리의 효율은 B>A>C>D의 순으로 우수할 것으로 추정되며 이는 최종 탈묵효과에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다.

또한 flotation에 의한 탈묵은 잉크입자와 기포와의 밀접한 관계가 있기 때문에 탈묵용액과 잉크입자간의 젖음성을 측정하였다. 잉크입자와 탈묵제간의 젖음성은 공기/잉크/액간의 접촉각을 측정함으로써 알 수 있는데 이의 측정결과를 Fig. 5처럼 접촉각 측정의 사

진으로 나타내었다.

접촉각은 탈묵제 B를 사용할 경우 가장 높았으며 D

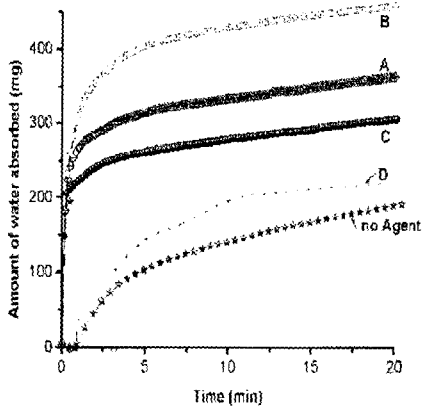


Fig. 4. Effect of types of deinking agents on wettability.

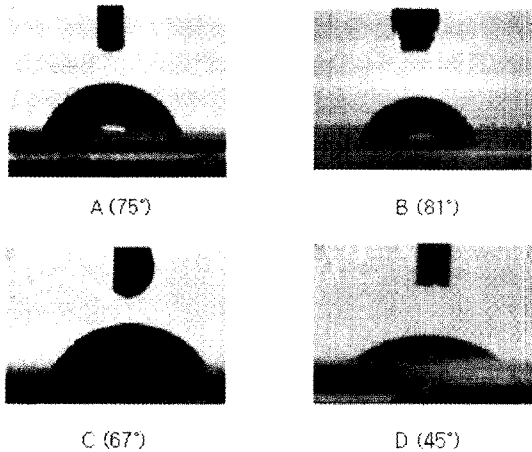


Fig. 5. Contact angle of air/ink/deinking agent.

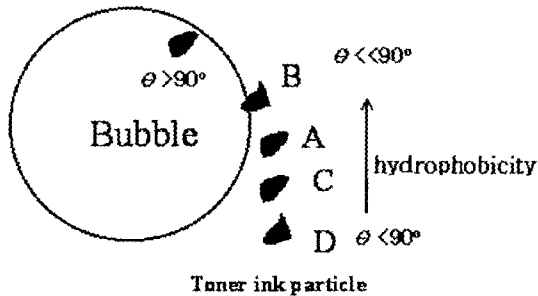


Fig. 6. Schematic drawing of the flotation method.

의 경우가 가장 낮았다. 이 결과는 탈묵제 B를 사용할 경우 다른 탈묵제를 사용할 때보다 수분이 잉크표면에 혼화성, 즉 젖음성이 일어나지 않아 잉크표면을 보다 친유화시키는 힘이 강함을 의미하며 탈묵제 D를 사용하면 잉크표면에 수분의 젖음성이 보다 높아 잉크표면을 친수화시키는 힘이 다른 탈묵제들 보다 강함을 의미한다. 일반적으로 수용성 계면활성제의 경우 친유성이 클수록 수용액의 표면장력은 더 작아진다. 따라서 Table 1처럼 탈묵제 B가 수용액의 표면장력이 가장 작고 친유성이 커서 Fig. 5처럼 잉크에 대한 접촉각이 크다. 이러한 잉크 입자 표면의 친유-친수 특성은 기포 부유에 의한 잉크 제거 단계에서 매우 큰 영향을 미치며 탈묵제에 사용된 계면활성제의 분자특성 및 계면흡착 성능과도 깊은 관계가 있다. 원리적으로 보면 Fig. 6처럼 flotation 단계에서 기포에 의한 잉크입자 제거 시 기포는 친유성을 가지므로 탈묵제 B를 사용할 경우 잉크입자표면을 보다 더 친유화시키기 때문에 기포의 계면에 잉크의 부착력이 강하여 잉크제거효율이 높을 것으로 생각된다. 반면에 D의 경우에는 잉크입자표면을 친수화시키기 때문에 기포에 대한 잉크의 부착력이 떨어져 잉크제거효율이 낮을 것으로 생각된다. 즉, 탈묵제 B의 경우 D의 경우에 비하여 펄프섬유표면을 보다 친수화시키기 때문에 젖음성(흡수성)이 우수하여 보다 잉크의 박리효율을 향상시키고 또한 접촉각 측정 결과에 따라 박리된 잉크 입자표면을 보다 친유성을 강하게 만들기 때문에 잉크제거효율이 보다 우수할 것으로 판단된다. 이는 탈묵제 B의 경우가 펄프에 대한 팽윤이 보다 강하여 펄프로부터 잉크입자의 박리성이 강함을 의미하며 박리된 잉크입자에는 보다 친유성이 강하여 flotation 단계에서 기포의 계면에 잉크입자가 잘 흡착되어 보다 쉽게 제거됨으로서 결국 탈묵효과가 가장 우수할 것으로 생각된다. Rao 등에 따르면^{2, 14)} 완전한 잉크의 박리는 잉크와 섬유표면사이의 결합이 파괴할 정도로 계면활성제가 한층 더 소수성이고 분자 크기가 감소될 때 더 효과적이라고 보고하였다.

3.2 탈묵효과

Table 2에는 각 탈묵제에 따라 펄핑 과정에서 발생된 잉크분포도를 나타내었다. 잉크의 크기를 20-50 μm^2 , 50-100 μm^2 , 100-500 μm^2 , 500-1000 μm^2 , 1000 μm^2 의 5등급으로 분류하여 이에 해당되는 잉크의 양을 백분율로 나타내었다. A와 B는 비슷하게 C,

Table 2. Particle size distribution of ink with different deinking surfactants on the repulping process

Particle size range (μm)	Particle size distribution (%) deinking agents			
	A	B	C	D
20~50	42.3	46.7	36.7	33.5
50~100	13.7	13.3	13.9	12.7
100~500	29.4	28.0	32.4	33.5
500~1000	5.5	4.4	6.9	8.8
1000<	9.2	7.6	10.0	11.5

D에 비해서 잉크입자가 작게 파괴되고 D의 경우가 가장 큰 입자로 파괴됨을 알 수가 있다. 따라서 펄프섬유에 대하여 수분의 젖음성이 큰 탈묵제를 사용할 경우 펄핑 과정에서 잉크입자가 작게 파괴되는 것으로 생각된다. 펄핑 과정에서 토너 잉크입자의 크기는 토너 층에서 스트레스와 토너의 견고성에 의해서 결정되는데, 토너에서 스트레스는 수분의 젖음에 따른 펄프섬유의 팽윤정도에 의해서 결정되는 것으로 보고 되고 있다.¹⁵⁾

앞서 설명한 바와 같이 탈묵제 B의 경우 상대적으로 펄프에 대한 습윤속도가 매우 큰데, 이들에 대한 Table 1에 보인 표면장력을 비교하여 보면 탈묵효과가 우수한 탈묵 B의 경우 30 dyn/cm, 탈묵효과가 극히 저조한 D의 경우는 표면장력 값이 37 dyn/cm로서 가장 큰 관계로 동일 접촉각에서 습윤속도가 더 빠름을 의미한다[식(2) 참조]. 그러나 Fig. 4처럼 탈묵제 B의 경우가 습윤속도가 훨씬 큰 이유는 순전히 용액과 펄프표면과의 접촉각 영향이라 할 수 있다. 즉, 탈묵제 B의 경우 접촉각이 D에 비하여 훨씬 작고 따라서 습윤속도가 크며 그 결과 Fig. 7처럼 펄프섬유의 팽윤에 의한 잉크의 박리효과가 더 크다고 할 수가 있다.^{6, 11-13)}

Fig. 8은 각 탈묵제에 대하여 탈묵전후의 잉크 양의

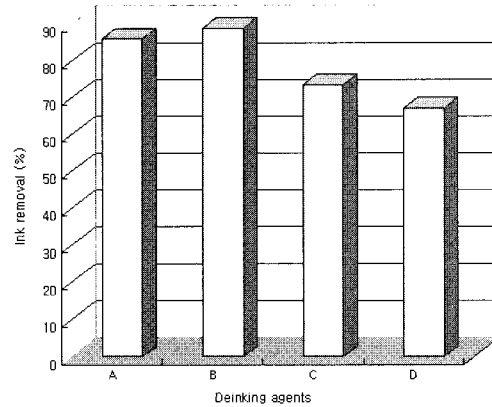


Fig. 8. Effect of types of deinking agents on the ink removal.

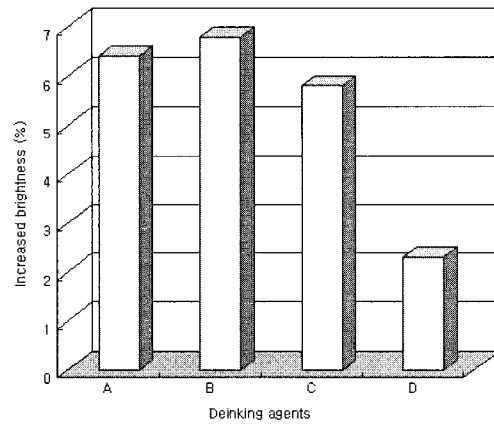
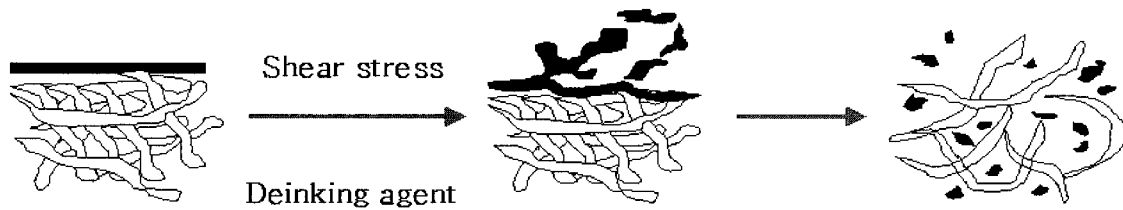


Fig. 9. Effect of types of deinking agents on increased brightness of deinked pulp.

로 산출된 잉크 제거율의 결과를 나타내었고, Fig. 9는 탈묵전후의 백색도 증가의 결과를 나타낸 것이다. Fig. 8에서 알 수 있는 바와 같이 B가 잉크의 제거율



(Moisture, Penetration, Dispersion)

Fig. 7. Detachment of ink from cellulose fibers in pulping process.

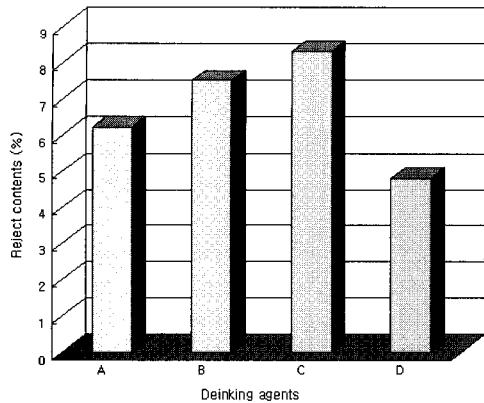


Fig. 10. Effect of deinking agents on the reject content as flotation.

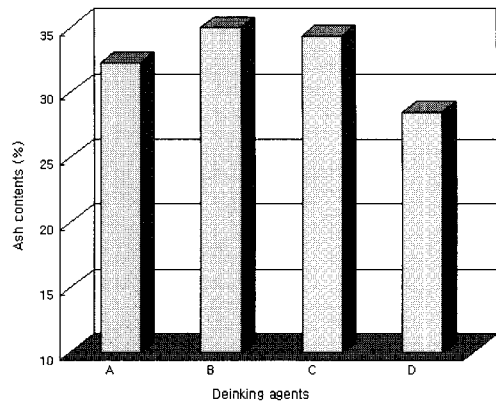


Fig. 11. Effect of deinking agents on rejected ash content.

이 가장 높고 A, C, D의 순서로 낮게 나타났으며, 이에 따라 증가된 백색도의 결과도 같은 경향으로 나타났다. 제거된 잉크입자의 분포도를 살펴보면 Table 3 처럼 입자크기에 관계없이 B의 탈목제 경우가 많이 제거된 것으로 볼 수가 있고 이와 반대로 D의 경우가 가장 저조한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Fig. 5에서 밝힌 바와 같이 B의 탈목제가 잉크에 대한 접촉각이 높음에 따라 친유성이 강하여 Fig. 6처럼 flotation 단계에서 잉크입자가 기포의 계면에 부착력이 강하여 잉크제거율이 높은 것으로 생각된다.

Fig. 10은 잉크제거 작업시 리젝트율에 대한 결과를 나타내었고, Fig. 11은 제거된 리젝트 속에 함유된 회분(무기물) 함량을 나타낸 것이다. 잉크제거 작업시 리젝트율은 C가 가장 높은 것으로 나타났고, D가 가장 낮은 것으로 나타났다. D의 경우는 잉크제거 작업시 거품형성이 가장 열악할 뿐만 아니라 발생된 거품도 형성되자마자 곧바로 사라지는 성질을 가지고 있기 때문에 잉크를 비롯한 미세 고형분 입자들이 거의 거

품에 부착되어 제거되지 않은 관계로 리젝트율이 낮게 나타난 것으로 생각된다.

그리고 B와 C에 대한 리젝트율과 회분함량을 비교해보면 리젝트면에서 B가 C보다 낮음에도 불구하고 제거된 회분은 비슷한 양으로 나타났다. 이러한 현상은 Fig. 8과 Table 3에서도 알 수가 있듯이 C는 B에 비하여 잉크입자보다 미세섬유와 같은 유기물질들이 보다 많이 제거되었음을 판단할 수가 있다. 또한 이것은 3.1항의 펄프섬유 및 잉크표면에 대한 젖음성 결과에서도 알 수가 있듯이 B보다 C가 펄프섬유에 대한 젖음성이 약하고 잉크표면에 대한 친유성이 낮기 때문인 것으로 생각된다.

4. 결론

3종류의 지방산알코올계 비이온성 탈목제와 1종류의 지방산계 비이온성 탈목제를 백상지혼합고지의 탈목공정에 적용하여, 펄프섬유 및 잉크표면에 대한 탈목제의 젖음성이 탈목효율에 미치는 영향들을 살펴보았다.

펄프섬유에 대하여 수분의 젖음성이 우수한 탈목제는 고지의 해리과정에서 잉크입자를 보다 작게 파괴시키는 경향이 있는 것으로 나타났다. 또한 박리된 잉크 표면에 대하여 접촉각이 큰 탈목제는 flotation 단계에서 잉크입자가 기포의 계면에 부착력이 강하여 잉크 제거효율을 높이며 이에 따라 재생펄프의 백색도를 상승시키는 것으로 나타났다. 이와 같은 현상은 지방산계 비이온성 탈목제보다 지방산알코올계 비이온성의 탈목제에서 뚜렷하게 나타났다.

Table 3. Size and removal of ink particles with varied deinking surfactants as flotation

Particle size range (μm)	Ink particle removal (%) deinking surfactants			
	A	B	C	D
20~50	29.9	45.8	0.4	5.9
50~100	23.1	46.3	21.2	14.3
100~500	14.9	60.5	34.5	4.5
500~1000	43.8	77.8	69.6	38.9
1000<	81.8	93.5	83.3	73.1

본 연구를 통하여 고지의 해리과정에서 펄프섬유에 대한 탈묵제의 젖음성이 잉크의 파괴상태에 영향을 주고 박리된 잉크표면에 대한 탈묵액의 소수성 차이가 잉크제거효율에 영향을 주는 것으로 확인됨에 따라 탈묵제 선정이 탈묵공정에 중요한 인자임을 알 수가 있었다.

인 용 문 헌

1. galland, g., 5th PTS deinking symposium, p. 5 (1992).
2. Rao, R., and Kuys, K., 49th Appita Conference Proceedings, Hobart, Australia, p. 601 (1995).
3. Dorris, g. M., and Sayegh, N. N., TAPPI J., 80(4) : 181 (1997).
4. Berg, S. R., Johnson, D. A., and Thompson, E. V., TAPPI J., 80(4) : 171 (1997).
5. Vidotti, R. M., Johnson, D. A., and Thompson, E. V., Pulp and Paper Canada, 98(4) : 55 (1997).
6. Schwartz, A. M., Surfactant and Colloid Science, John Wiley & Sons, New York, p. 963 (1972).
7. Shrinath, A., Szewczak, J. T., and Bowen, I. J., A review of ink-removal techniques in current deinking technology, TAPPI J., (7) : 85 (1991).
8. Putz, H. J., Schaffrath, H. J., and Göttsching, L., Deinking of oil and water-borne printing inks : A new flotation de-inking model, Pulp and Paper Canada, 94(7) : 193 (1993).
9. Ross, S., and Morrison, I. D., Colloidal Systems and Interfaces, 87, John & Willy, NY (1988).
10. Tadros T. F., and Vincent, B., Encyclopedia of Emulsion Technology, P. Becher ed., 1, 23, Marcel Dekker (1983).
11. Borchardt, J. K., Possible deinking mechanism and potential analogies to laundering, Progress in Paper Recycling, 2(2) : 47 (1993).
12. Mathur, I., CPPA 1991 Recycling forum, CPPA, Montreal.
13. Borchardt J. k., Mechanistic insights into deinking, Colloids surfaces, 88(1) : 13 (1994).
14. Rao, R., Bourdelin, M., and Stenius, P., The influence of surfactant structure on ink detachment, Appita J., 52 (3): p. 192.
15. Wielm, L. V., Panek, J. C., and Pfromm, P. H., Effect of temperature and pH on the fracture of toner due to paper swelling, 1997 TAPPI Recycling Symposium, p. 125.