

오프셋잉크 조성분이 신문고지 탈묵에 미치는 영향

김 용 석 · 백 기 현

고려대학교 산림자원학과

(1996년 4월 27일 접수, 1996년 6월 14일 채택)

The Effect of Offset Ink Formulation on Deinking of Old Newspaper

Yong-Sek Kim and Ki-Hyon Paik

Department of Forest Resources, Korea University, Seoul 136-701, Korea

(Received April 27, 1996, Accepted June 14, 1996)

요 약 : 본 논문은 오프셋 잉크가 국내 신문고지의 탈묵에 미치는 영향을 조사하기 위해 국내신문 오프셋잉크의 조성분과, 그들 잉크로 인쇄된 시료를 10, 30, 90, 180일 동안 열화시킨 후, 이들의 탈묵성을 비교하였다. 인쇄잉크의 조성분을 다르게 하여 인쇄한 시료는 열화기간이 증가될 수록 수율과 백색도가 감소되었다. 특히 아마인유의 첨가량이 많은 시료의 경우, 열화기간에 따라 많은 수율의 감소와 백색도의 저하를 가져왔다. 따라서 아마인유의 첨가량은 탈묵에 결정적인 역할을 한다는 결론을 얻었다. 또한 로진변성페놀수지와 길소나이트가 포함된 시료는 열화과정을 통해 상대적으로 백색도의 감소가 있었다. 강도 측면에서 볼 경우, 열화기간에 따라 대체로 인장지수와 파열지수는 감소하였고, 인열지수는 증가했다. 그러나 아마인유만을 비이클 성분으로 사용한 시료의 경우 다른 시료에 비해 모든 강도가 낮았는데, 이것은 잉크와 섬유간의 강한 가교결합이 형성되어 초지 시 해리가 어렵기 때문이다.

Abstract: In this paper, to investigate the effect of the offset ink formulation on deinking of Korean old newspaper, the samples printed with five different types of offset ink were aged naturally for 10, 30, 90, 180 days, and then yield, brightness, fiber length, physical properties(tensile, tear, burst index) were evaluated according to aging time. As the aging time increased, the yield and brightness of respective samples decreased. Partially, as the addition amounts of linseed oil increased, those of samples decreased. Therefore, linseed oil is thought to reduce the deinkability of ink. Also, containing rosin-modified phenolic resin and gilsonite seem to reduce brightness of samples according aging time. In physical properties, tensile index and burst index were roughly decreased, but tear index was increased according to aging time. However, the three indexes of the sample containing only linseed oil as the vehicle component were considerably reduced in comparison with those of other samples, as once crosslinked a strong bond between the ink and fibers was produced and made it difficult to defibrate in producing sheets.

1. 서 론

국내 신문용지 생산에는 신문고지가 재활용되고 있는데 이 재활용 신문고지의 상당량을 수입하고 있는 실정이다. 이러한 이유는 국내 신문고지의 경우 일정

한 시간이 경과됨에 따라서 탈묵이 상당히 어렵기 때문이다. 신문고지의 탈묵에 영향을 주는 인자는 여러 가지가 있다. 인쇄잉크의 종류, 인쇄방법, 탈묵공정, 탈묵약품, 재생횟수, 종이의 특성, 그리고 종이의 열화기간 등, 다양한 인자들에 의해 영향을 받는다[1-

6]. 이러한 인자들 중에서 특히 탈묵공정, 탈묵약품, 재생횡수에 대한 연구는 국내외적으로 많이 수행되어 왔지만, 인쇄잉크의 종류 및 조성분, 그리고 원지의 특성에 관한 연구는 미진한 부분으로 머물러 있다.

현재 신문인쇄의 방법은 옻색 인쇄잉크를 이용한 옻색 인쇄방식을 사용하고 있다. 이러한 옻색 인쇄잉크는 일반 인쇄잉크와 마찬가지로 색료(안료), 비이클, 보조제로 구성되지만 용제, 수지, 가소제, 기름 등으로 구성된 비이클의 성분이 일반 인쇄잉크에 비해 차이가 있다. 비이클은 안료의 운반역할과 안료를 종이에 고착시키는 바인더로 작용하며 공기 중의 산소와 반응하여 수지상의 피막을 형성하여 탈묵에 영향을 미친다.

비이클 성분 중에 용제의 기능으로 사용되는 건성유는 아마인유, 대두유, 동유 등이 있으며, 리놀레인산(linolenic acid)의 함유량이 많은 건성유는 탈묵을 어렵게 한다. 적은량의 건성유를 함유한 경우도 인쇄 후 경과시간이 길어지면 마찬가지로 탈묵이 어려워진다[7, 8]. 이러한 건성유는 잉크의 건조 시에 급속이온 촉매에 의해 산화 중합되고 고체화된다. 특히 아마인유는 리놀레인산을 중심으로 불포화지방산이 글리세린과 에스테르화한 것으로, 건조 중 불포화지방산 내의 이중결합 부분이 산화축합하여 고분자화된다[9]. 또한 과산화물의 분해반응과 알킬라디칼의 가교반응을 통하여 잉크는 삼차원적 그물구조, 즉 과산화물결합, 에테르결합, 및 알킬결합으로 중합된다[10].

알키드수지가 함유된 잉크로 인쇄된 신문용지는 열화기간이 지남에 따라 탈묵 후의 백색도가 상당히 저하되는데, 이러한 이유는 알키드수지가 건조되어 섬유표면에 잉크피막을 형성해 잉크의 분산을 방해하기 때문이다[11]. 또한 알키드수지, 아스팔트, 페놀수지가 많이 함유된 잉크로 인쇄된 경우 탈묵이 어렵고 산화표백제인 과산화수소를 첨가해도 탈묵에는 효과가 없다는 보고가 있다[12].

한편 로진변성페놀은 아비에릭산이 주성분인 로진으로서 페놀과 알데히드를 가하여 유성으로 변성시킨 것으로, 단단하고 광택이 있는 잉크층 형성을 위해 첨가되고 있다. 그러나 시간이 지나면 산화되어 용해성을 저하시켜 탈묵에도 영향을 준다[9, 13].

국내 신문고지는 수입된 미국 신문고지에 비해서 열화기간이 증가됨에 따라 탈묵에 어려움이 따른다. 이러한 근본적인 원인은 국민의 의식차이로 미국의 경우 신문을 1회용으로 보는 반면에, 국내의 경우는

신문을 보존용으로 간주하며 또한 광고주들이 매우 선명한 인쇄상태를 요구하기 때문이다. 이런 이유로 해서 국내와 국외의 인쇄 잉크 조성분에 차이가 생기게 된다.

본 연구는 국내 신문고지의 탈묵의 어려움을 조사하기 위해 수행되었는데, 국내 신문옻색 인쇄잉크의 조성분이 탈묵에 미치는 영향을 알아보고, 이들의 조성비 차이에 따라 제조된 옻색 인쇄잉크로 인쇄된 신문의 열화기간에 따른 탈묵성을 비교하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

2.1.1. 옻색잉크

옻색잉크는 한국신문 인쇄잉크(주)에서 Table 1과 같이 옻색잉크 조성분을 조합하고 잉크화하였다.

Table 1의 잉크 조성분의 일부는 현재 국내 신문용지 인쇄잉크의 조성분들이다. 이들 조성분 중에서 carbon black은 잉크에 색을 부여하는 안료이며 용제인 탄화수소는 잉크 성분을 증발 건조시키는 역할을 한다. 또한 로진변성페놀 수지는 안료 입자에 잘 묻고 잉크에 유동성을 향상시켜 광택, 접합성 및 내마모성을 부여한다. 한편 기름류 중에서 아마인유는 잉크피막 형성을 도와주며 광유는 잉크 성분이 종이에 침투하여 건조시켜주는 작용을 한다. 질소나이트는 천연 아스팔트의 일종으로 잉크의 바인더로 사용되며 carbon black과 상용성이 좋고 잉크에 양호한 유동성을 준다.

Table 1. Offset Ink Formulations(%)

Component	Types of ink				
	A	B	C	D	E
Hydrocarbon resin	7	-	28	3.5	-
Rosin-modified phenolic resin	21	28	-	14	-
Linseed oil	7	10.5	42	7	70
Mineral oil	45	41.5	10	45	10
Gilsonite	-	-	-	10.5	-
Carbon black	20	20	20	20	20

2.1.2. 인쇄용지

국내 S사의 신문용지를 옻색인쇄에 알맞게 재단하

여 A, B, C, D, E 잉크로 인쇄하였다. 한국신문 인쇄잉크(주)에서 Small offset printer로 인쇄하였으며, 인쇄된 시료를 편의상 시료 A, B, C, D 및 E 라고 표기하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 시료의 열화

인쇄된 시료들을 직사광선이 들지 않는 실험실 안에서 줄에 매달아 자연 열화시키고, 열화의 조건을 균일하게 하기 위해서 시료의 방향을 고루 바꾸어 주었다. 자연열화 처리기간을 인쇄된 후 10, 30, 90, 180일로 하였다.

2.2.2. 탈묵 방법

열화기간에 따라서 처리된 시료는 기존의 부상부유법(flotation method)을 사용하여 탈묵하였다. 재펄핑과 부상부유조건은 Table 2와 같다. 이렇게 탈묵한 시료를 200mesh체를 사용하여 세척한 후 건조시켜 수율을 측정하였다.

2.2.4. 초지 및 물리적·광학적 성질

초지는 고해된 펄프를 표준해리기로 해리시키고, 수초지에서 평량이 50g/m²되도록 초지하였다. 초지된 종이를 25℃, 상대습도 50% 조건에서 24시간 이상 조습시키고 백색도(T452 om-83), 불투명도(T452 om-91), 인장강도(T494 om-81), 인열강도(T220 om-88), 파열강도(T403 om-91)를 Tappi Standard에 준하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 백색도와 수율

탈묵 후 백색도는 Fig. 1에서와 같이 열화기간이 진행됨에 따라서 점점 낮아지는 경향을 나타내었다. 시료 A의 백색도는 시료 B, C, D, E의 백색도보다 훨씬 안정된 수치를 나타내었다. 열화기간 90일 이내에 측정된 백색도 감소는 0.9정도로 다른 시료의 감소폭(시료 B : -4.6, 시료 C : -4.9 시료 D : -4.3)보다 훨씬 작음을 알 수 있었다.

Table 2. Repulping and Flotation Conditions

Sample(g)	40
Soaking time (min.)	5
Pulping	
NaOH (%)	1.5
Na ₂ SiO ₃ (%)	2.0
Foaming agent (%)	0.1
Consistency (%)	3.0
Time(min.)	5.0
Temperature(℃)	40.0
pH	11.0~11.5
Flotation	
CaCl ₂ (Ca ⁺⁺ base, ppm)	200
10% H ₂ SO ₄ (ml)	4.5~5.5
Consistency (%)	1.0
Air flow(L/min.)	10.0
Time(min.)	3.0
Temperature(℃)	35~36
pH	8.0~8.5

2.2.3. 섬유장 측정

섬유장은 고해된 펄프를 섬유장 분석기(Fiber length analyzer, FS-100, KAJAANI)를 사용하여 측정하였다.

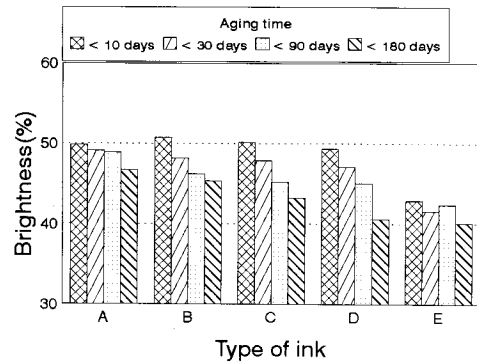


Fig. 1. Brightness of samples printed with offset ink according to aging time.

이상의 결과는 잉크 A가 잉크 B에 비해 탈묵에 영향을 미치는 로진변성페놀수지와 건성유인 아마인유의 양이 비교적 적기 때문이다. 한편 잉크 C의 경우 로진변성페놀수지의 함량이 없는 대신에 많은 량의 아마인유가 포함되어 있기 때문이며, 이러한 로진변성페놀수지는 비이클의 전형적인 성분으로 산화와 중합에 의해 강하고 유연성이 있는 중합 필름을 형성하여 탈묵을 어렵게 한다는 보고[14, 15]와 일치한다. 또한 잉크 D는 다른 잉크에 비해 천연수지(겔소

나이트)가 10.5% 첨가되어 있는데 이러한 길소나이트는 자체 색이 다른 수지(로진변성페놀수지)에 비하여 훨씬 더 검기 때문이라고 사료된다. 이러한 결과는 가격이 저렴한 길소나이트가 탈묵에 더 많은 저항성을 부여한다는 보고를 재입증해 준다[16]. 열화기간이 180일 이내에 측정된 백색도도 시료 A(47.6)의 경우는 시료 B(45.4), 시료 C(43.3), 시료 D(40.6)에 비해서 가장 높은 값을 기록하고 있는데, 이러한 결과가 위의 사실을 뒷받침해주고 있다.

각 열화기간에 따라 탈묵한 시료 E의 백색도는 열화기간이 6개월 이내에 탈묵한 다른 시료들의 백색도보다 낮음을 보여주는데, 이러한 결과는 아민유가 대기중의 산소와 비가역적인 가교결합 반응을 일으켜 섬유에 더욱 단단히 부착되어 탈묵에 지대한 영향을 미친다고[17] 사료된다.

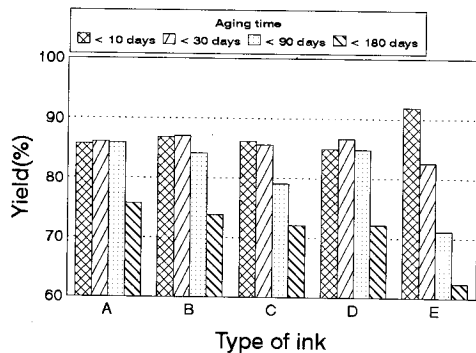


Fig. 2. Yield of samples printed with offset ink according to aging time.

탈묵 후 수율은 백색도에서 나타난 결과처럼 열화기간에 따라 낮아지는 경향을 보여주는데, Fig. 2에서 처럼 열화기간이 90일 이내의 경우, 시료 A, B, C와 D의 탈묵 수율은 약 80% 이상의 값을 나타낸다. 그러나 열화기간 180일 경과 후에 모든 시료의 수율은 75% 이하로 떨어졌다. 따라서 열화기간 90일 이후의 탈묵은 많은 수율의 손실을 야기시키고, 경제적인 손실이 뒤따른다고 볼 수 있다. 잉크 E는 바인더로 아민유만을 사용한 것으로 잉크성분 중 열화기간에 따른 아민유의 영향을 조사하기 위해 제조되었는데, 열화기간을 거치면서 수율의 급격한 감소를 보여주었다. 수율의 급격한 감소는 아민유가 가교결합을 일으켜 섬유에 단단히 고착되어 탈묵

부상시에 잉크가 섬유로부터 분리되지 않은채 함께 붙어 넘어가기 때문이다.

3.2. 불투명도

불투명도는 탄산칼슘의 첨가량, 섬유 미세분, 잔존하는 잉크, 초지시 평량의 차이 등 여러 가지 원인 때문에 변화가 생기게 된다. 그러나 본 실험에서 사용한 종이는 원지가 동일한 신문용지임으로 거의 같은 량의 비섬유상 물질이 보류되어 있다고 가정할 경우, 불투명도는 미세분의 양과 잔존하는 잉크에 따라 좌우된다. Fig. 3에서 보는 것처럼, 각각 잉크별로 인쇄된 종이의 불투명도는 96에서 98사이로, 열화기간에 따른 일정한 경향의 변화를 보이지 않고 있다.

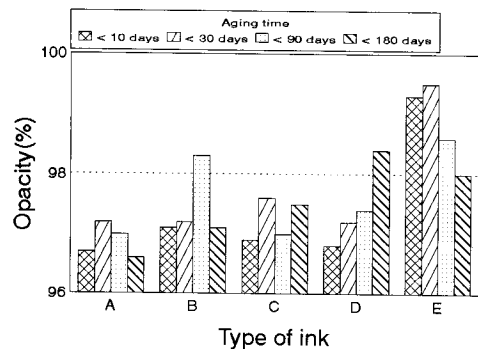


Fig. 3. Opacity of samples printed with offset ink according to aging time.

길소나이트가 첨가된 시료 D의 경우, 열화기간 180일 이내에 측정된 불투명도가 98.4로 비교적 높은 값을 갖고, 시료 E의 경우 열화기간에 관계없이 98이상의 불투명도를 갖는데, 이것은 잔존하는 잉크 때문인 것으로 생각된다. 특히 아민유만을 바인더로 첨가한 시료 E는 탈묵 후에도 잔존하는 잉크량이 많기 때문에 낮은 백색도를 나타내며, 이러한 잔존 잉크는 섬유사이에 남아 있어서 광산란계수를 증가시키고 따라서 높은 불투명도를 나타내었다.

3.3. 섬유장 분포

Fig. 4는 열화기간에 따라 잉크 종류별로 인쇄된 신문용지를 탈묵한 후에, 측정된 무게평균 섬유길이 분포를 나타내고 있다. 시료 A, E의 섬유장은 열화기간 10일 이내에 비해 30일 이내의 경우 비교적인 단

섬유의 분포가 증가한 후, 다시 열화기간이 길어질 수록 장섬유의 분포가 증가했다. 나머지 시료 B, C, D의 섬유장은 열화기간이 길어질 수록 섬유장은 일정하거나 장섬유의 분포가 증가함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 잉크 조성이 섬유장에 미치는 미세한 영향보다 열화기간의 영향이 더 크다는 것을 의미한다.

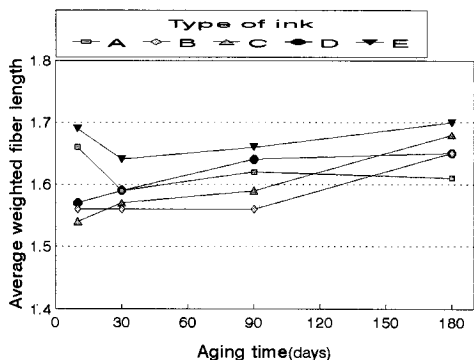


Fig. 4. Average weighted fiber length of samples printed with offset ink according to aging time.

섬유는 열화과정을 통해 셀룰로오스의 분해가 촉진되고, 따라서 섬유의 길이가 짧아진다는 보고[6]가 있다. 그러나 본 실험에서 측정된 섬유장은 열화기간에 따라 장섬유의 분포가 많아지고 있는데, 이러한 이유는 열화를 통해 생성된 많은 미세분이 탈묵과정 중에 제거되어 수율이 감소하는 반면에, 장섬유는 부상부유 탱크에 잔존하기 때문이며, 또한 부상부유 과정 후에 행해지는 약간의 세척과정에서 미세분이 많이 제거된 것에도 기인한다고 사료된다.

3. 4. 기계적 성질

기계적 성질은 Fig. 5, 6, 7에서와 같이 인장지수, 인열지수 그리고 파열지수로 나타내었다. 인장지수는 섬유간 내부결합력을 보여주는 대표적인 수치로 장섬유보다는 미세섬유양이 많을 경우 더 강해지는 특성이 있다고 보고되고 있다[18]. 시료의 인장지수는 열화기간에 따라 일부 증가하는 경향을 나타내는 경우도 있으나 전체적으로 보면 점차 감소하는 경향을 나타내고 있다. 한편 시료 E에서는 열화기간에 따라 인장지수가 증가하였다.

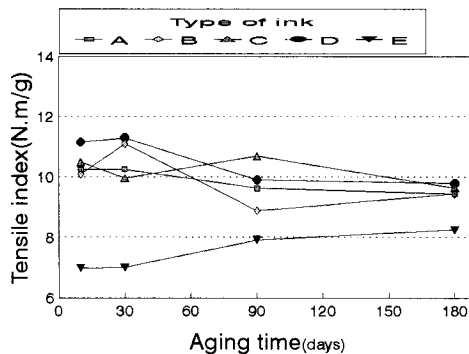


Fig. 5. Tensile index of samples printed with offset ink according to aging time.

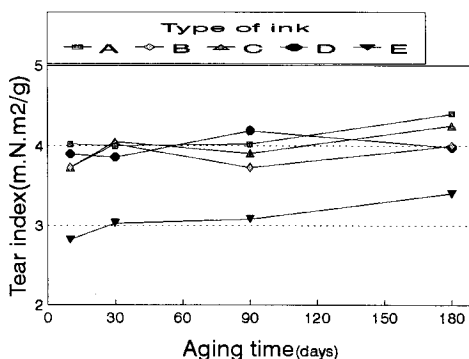


Fig. 6. Tear index of samples printed with offset ink according to aging time.

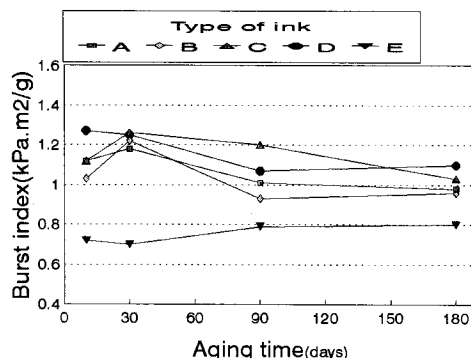


Fig. 7. Burst index of samples printed with offset ink according to aging time.

인열지수는 일반적으로 인장지수와 반대의 경향을

보여준다. 따라서 미세섬유의 양이 적고, 장섬유가 많아지면 인열지수는 증가하게 되는 특성이 있다고 보고되고 있다[18-20]. 측정된 인열지수는 열화기간 초기에는 큰 변화가 없으나 열화기간이 연장됨에 따라 전체적으로 증가하는 경향을 보여주고 있다. 아마 인유가 다량 함유된 시료 E는 열화기간 연장에 따라 계속 증가하였다.

파열지수는 섬유장과 내부결합력에 의해 좌우되며 일반적으로 인장지수와 비슷한 경향을 나타낸다. 초기에는 파열지수가 증가하나 30일 이후에는 감소하였다. 그러나 시료 E는 계속 증가하였다.

이상의 결과에 의하면 시료 E를 제외하고는 잉크의 종류에 관계없이 인장과 파열지수는 열화기간에 따라 감소하며 인열지수는 증가한다. 이러한 결과는 Fig. 4의 섬유장 분포의 결과와 일치한다. 한편 시료 E는 바인더로 사용된 아마인유의 영향으로 섬유와 가교결합을 일으켜 섬유 표면의 뾰뾰이를 증가시키는 데, 이러한 결과는 열화기간이 지남에 따라 잉크와 섬유간 결합이 더욱 강해져 다른 잉크와 비교해 볼 때, 해리시간이 길고, 쉽게 해리되지 않음을 확인하였다. 따라서 측정된 시료 E의 강도들은 다른 시료에 비해 전체적으로 낮았다. 그러나 열화기간에 따라 3종류의 강도가 모두 증가하는데, 이러한 원인은 열화기간에 따라 많은 미세분의 제거로 인해 수율의 급격한 감소를 일으키고, 따라서 측정된 섬유장에서 처럼 장섬유들이 많이 분포되기 때문이다.

4. 결 론

국내에서 사용되는 신문 인쇄잉크의 조성분과 이들 잉크로 옴셋인쇄된 신문지의 열화기간에 따른 탈묵성을 비교하기 위해 일정 열화기간 별로 수율, 백색도, 섬유장, 기계적 성질(인장강도, 인열강도, 파열강도)을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

인쇄잉크의 조성분을 다르게 하여 인쇄한 시료는 열화기간에 따라 수율과 백색도가 감소되었다. 특히 아마인유만을 단독으로 사용한 인쇄잉크의 경우, 열화기간에 따라 많은 수율의 감소와 백색도의 저하를 가져왔으며, 비이클의 종류 중에서 아마인유의 첨가량이 많은 시료일 수록 백색도가 저하되었다. 따라서 아마인유의 첨가량은 탈묵에 결정적인 역할을 한다. 또한 비이클 성분 중 합성수지인 로진변성페놀수지와 천연수지인 길소나이트의 첨가는 열화과정을 통해 백

색도의 저하를 야기시켰다.

잉크 조성분에 따른 섬유의 물리적 성질의 변화는 관찰하기 어려웠지만, 열화기간에 따라 대체로 인장지수는 감소하고, 인열지수는 증가하며, 파열지수는 감소했다. 그러나 아마인유만을 비이클 성분으로 사용한 시료의 경우 열화기간에 따라 강도가 증가되었음에도 불구하고 전체적인 강도는 동일조건에서 다른 시료에 비하여 현저히 낮았다. 이것은 아마인유 성분이 섬유간의 결합을 더욱 단단하게 하여 해리가 잘 안되었기 때문이다.

감 사

본 연구는 1995년도 학술진흥재단의 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. L. D. Ferguson, *J. Tappi*, **75**, 7, 75(1992).
2. L. D. Ferguson, *J. Tappi*, **75**, 8, 49(1992).
3. K. Cathie, G. Moore, and N. Pearson, *Pira Intl. U. K. Confer. Proc*, 8(1994).
4. R. C. Howard and W. Bichard, *J. Pulp Paper Sci.*, **18**, 4, J151(1992).
5. R. L. Ellis and K. M. Sedlachek, "Secondary Fiber Recycling", ed. R. J. Spangenberg, 7, TAPPI PRESS(1993).
6. D. D. Roberson, *J. Tappi*, **59**, 12, 63(1976).
7. H. Ortner, *Wochbl. Papierfabr*, **18**, 695(1976).
8. M. Nikki, M. Lucander, and R. Kokkonen, *Wochbl. Papierfabr*, **14**, 507(1982).
9. R. Kübler, *Wochbl. Papierfabr*, **10**, 386(1988).
10. 임종학, *인쇄계*, **9**, 84(1994).
11. L. O. Larsson and H. Busk, *Wochbl. Papierfabr*, **16**, 573(1985).
12. H. L. Baumgarten and P. Doblanski, *Wochbl. Papierfabr*, **10**, 349(1983).
13. 옥영진, "잉크공학", 20, 부산공업대학 출판부, 부산(1991).
14. A. Shrinath, J. T. Shrinath and I. J. Bowen, *J. Tappi*, **74**, 7, 85(1991).
15. R. W. Bassemir, *J. Tappi*, **62**, 7, 25(1979).
16. J. H. Kleinau, "Pulp and paper manufacture",

- ed. F. R. Hamilton, **3**, 136, Tappi Press, Atlanta. Montreal(1987).
17. H. E. Ortner, *J. Tappi*, **63**, 10, 83(1980).
18. L. Pfalzer, *J. Tappi*, **63**, 9, 113(1980).
19. S. M. Abubakr, G. M. Scott, and J. H. Klungness. *J. Tappi*, **78**, 5, 123(1995).
20. R. C. Howard, "Technology of Paper Recycling" ed. R. W. J. McKinney, 180, Chapman & Hall Press, London. Glasgow. Weinheim. New York. Tokyo. Melbourne. Madras(1995).