

폐잉크를 이용한 스크린 인쇄용 블랙 잉크 제조에 관한 연구

†권희경, 우진호

영천직업전문학교

(2010년 10월 11일 접수, 2010년 11월 12일 최종 수정본 접수)

A Study on the Manufacturing Process of Black Ink for Screen Printing by using Waste Ink

†Hee-Kyoung Kwon, Jin-Ho Woo

Youngchun Vocational School

(Received 11 October 2010, in final from 12 November 2010)

Abstract

The ink which is left by sealed more than 6 months, it clogs head nozzle of machine due to precipitation and coagulation. In addition, if you stop printing about 3 ~4 hours in the middle of printing work, the head nozzles of printer could be naturally clogged. To prevent of this situation, worker should implement cleaning and checking head nozzle before hands. When the nozzle is clogged in the middle of work, running a head cleaning mode can clear the clogged nozzle. Yet, large amount of waste inks which are passed clogged nozzle will be remained after cleaning.

It would be very nice that ink companies take the waste ink back by green marketing, but none of them are doing it currently.

The purpose of this research is that making a black water-based recycle ink by waste inks which are left of nozzle clogging or passed expiration date. This recycle ink will improved working environment and reduce cost of disposing waste inks. Furthermore, it is very environment friendly and economical.

It is called a recycle ink which is water-based black ink made by waste inks.

Keywords : clogged nozzle, green marketing, water-based black ink, recycle ink, environment friendly and economical

1. 서론

실사 출력을 할 때 잉크의 특성상 실사 출력기의 노즐 부분의 막힘 현상 때문에 열 고착형 솔벤트 타입을 제외하고는 대부분 실사 출력기는 수성 잉크를 사용하고 있으며, 대부분 유통기한을 3개월~6개월을 넘지 못한다. 밀봉 상태에서 3개월 이상 방치된 잉크는 자체 용기 내에서 침전, 응고가 발생하여 실사 출력기의 헤드 노즐을 막아버리기 때문에 심각한 문제가 발생하게 된다. 또한 계속 출력을 하고 있는 상태에서 3~4시간 정도 작업을 중지할 경우 잉크 헤드 노즐에서 잉크 막힘 현상이 자연적으로 발생하기에 실사출력 전 미리 헤드 점검 및 헤드 클리닝을 실시하여야 한다. 이 시점에서 실사 출력기 메뉴의 헤드 클리닝 모드를 작동하면 막힌 노즐은 뚫리게 되지만 노즐을 통과한 많은 양의 폐잉크가 발생하게 된다.

잉크를 판매하고 있는 각 회사에서 그린 마케팅 차원에서 폐잉크를 회수해 가면 좋겠지만 국내 판매처 중 어느 곳에서도 폐잉크를 회수해 가는 경우는 없는 실정이다.

본 연구는 실사 출력기에서 헤드 노즐 클리닝 시점에서 발생하는 폐잉크 혹은 유통 기간을 넘기게 되어 사용을 못하게 된 폐잉크를 재활용하여 스크린 인쇄 수성 블랙(Black) 잉크로 제조함에 연구 목적을 두고 있다. 재활용된 블랙 잉크를 사용함으로써 작업 장소의 쾌적한 환경과 폐잉크를 최종 처리해야 할 각 회사에서 폐잉크의 폐기물 처리 비용을 절감하고 환경 보존에 도움이 되며, 폐자원의 이용으로 자원을 절약하는 등 여러 가지 효과를 거둘 수 있어, 폐기물 재활용 촉진을 위하여 연구를 하게 되었다.

이 논문에서는 폐잉크를 이용해 만든 스크린 인쇄용 수성 블랙 잉크를 재생 잉크라 칭한다.

2. 실험

2-1. 시료

2-1-1. 폐잉크

시안(Cyan), 마젠타(Magenta), 옐로(Yellow), 블랙, 라이트 시안(Light Cyan), 라이트 마젠타(Light Magenta) 실사 출력용 수성 잉크가 합쳐진 잉크이다.

Table 1. Cyan Ink Composition Information

Ingredients	CAS No.	Contents(%)
Cyan Pigment	Registered	1 ~ 5
Acrylic Copolymer	Registered	1 ~ 5
Nonionic Surfactant	Registered	0.1 ~ 5
Glycerin	56-81-5	5 ~ 20
Deionized Water	7732-18-5	20 ~ 90

2-1-2. 증점제

HUNTSMAN사의 LYOPRINT® PTF pigment printing thickener를 사용하여 재생 잉크를 만들 때 점도 조절용으로 사용되었다.

Table 2. LYOPRINT® PTF Pigment Printing Thickener Composition Information

Chemical Constitution	Acrylic Polymer Dispersion
Ionic Character	Anionic
pH of 1% Thickening	Approx. 6
Specific Gravity at 20°C	Approx. 1.1
Physical Form	Pourable White Dispersion

2-1-3. 바인더

인쇄 후 잉크의 뒤묻음 및 인쇄 번짐을 막기 위해 PT-20이라는 바인더를 실험을 통해 최소의 양인 페잉크의 10%를 사용하였다.

Table 3. PT-20 Composition Information

Ingredients	CAS No.	Contents(%)
Butyl Acrylate	141-32-2	15.5
Acrylicacid	79-10-7	1.9
Ethyl Acrylate	140-88-5	20.1
Surfactant	9016-45-9	2.5
etc. Catalyst & Stabilizer		0.3
Deionized Water	7732-18-5	59.7

2-2. 실험 방법

2-2-1. 페잉크 이용해 재생 잉크 제조

페잉크 200g에 바인더는 잉크량의 10%인 20g으로 고정시키고 증점제의 비율을 페잉크의 1%부터 0.2%씩 증가하여 4%까지의 넣어서 잉크 16종류를 만든다. 이때 바인더량은 실험을 통해 잉크가 피인쇄체에 고착되어 잉크 묻음이 없어지는 최소의 양이 페잉크량의 10%가 되기 때문에 바인더 양은 페잉크 량의 10%로 고정한다. 이는 비교 군이 되는 제품화되어 판매되고 있는 스크린 인쇄 지류용 용제 잉크의 점도에 만족하는 재생잉크의 점도를 연구하고자 함이다. 제품화되어 판매되고 있는 스크린 인쇄 지류용 용제 잉크를 본 연구에서는 솔벤트 잉크(solvent ink)로 표현한다.

재생 잉크 제조 시 페잉크와 바인더를 1시간 교반 후, 증점제는 겔 현상을 막기 위해 3번씩 나눠 넣고 1시간동안 잉크 교반기로 교반하여 잘 섞이도록 한다.

재생 잉크를 만든 후 24시간 정도의 안정화를 가진 뒤 인쇄를 한다.



Figure 1. Manufacturing process method.

2-2-2. 반자동 평판 스크린 인쇄

본 연구에서는 폴리에스테르 스크린사 200메시로 스크린틀을 만들고 반자동 평판 인쇄기(대영시스템의 DY450)에 제조된 페잉크를 이용해 종이, 면섬유, 매트 레이저 필름 피인쇄체에 각 솔리드(solid) 면으로 30장 스크린 인쇄 하였다. 이때 재생 잉크의 비교 군

으로 솔벤트 잉크와 날염용 수성 잉크를 같이 인쇄한다.

2-2-3. 건조

건조는 종이의 경우는 인쇄 후 자연 건조하여 9cm²의 흰색 종이를 손으로 1분마다 10분까지 문질러 문음이 일어나는지 알아본다.

매트 레이저 필름의 경우 인쇄 후 자연 건조하여 9cm²의 흰색 종이를 손으로 10분마다 50분까지 문질러 문음이 일어나는지 알아본다.

이때 자연 건조로 건조가 어려울 때는 온도에 따른 열건조 방식을 실험하는데 100~140℃까지 온도 변화에 따른 건조 상태를 알아본다.

2-2-4. 인쇄 후 판상의 잉크 세척 실험

인쇄 후 잉크를 걷어낸 후 흐르는 수돗물에 용제 잉크와 날염용 수성 잉크, 재생 잉크로 인쇄된 판을 1분씩 5분간 두어 잉크가 판에서 분리되는 판세척 정도를 알아본다.

2-2-5. 인쇄물의 내수성 실험

용제 잉크와 날염용 수성 잉크, 재생 잉크로 인쇄된 인쇄물 자연 상태에서 1시간을 둔 뒤 완전 건조 상태로 만든다. 그 인쇄물을 깨끗한 물 5ℓ에 5분간 담가 잉크가 물에 견딜 수 있는 내수성 실험을 한다.

2-3. 측정 및 분석

2-3-1. 재생 잉크의 점도 측정

재생 잉크의 점도 측정에는 HAAKE사의 RheoStress1(Germany)을 사용하였으며, 시료대는 직경이 35mm의 평행판이고 이때 측정온도는 25℃로 하였다. 점도는 0~100rpm의 점도를 측정하여 평균 점도를 사용한다.

점도의 비교 군이 되는 스크린 인쇄용 지류용 솔벤트 잉크의 점도가 25℃에서 2000~3000cps를 가지기 때문에 증점제 양을 달리한 16개의 재생 잉크 중 1.6%로 제조된 재생 잉크의 점도가 3200cps로 스크린 인쇄 지류용 용제 잉크의 점도와 유사하다.

본 연구에서는 바인더 10%, 증점제 1.6%로 만든 재생 잉크로 스크린 인쇄를 하여 연구 하였다.

2-3-2. 인쇄물의 인쇄 적성

X-rite 반사 농도계를 이용하여 백색 기준면에 종이, 면섬유, 매트 레이저 필름의 각 피인쇄체에 솔리드(solid)면으로 인쇄된 재생 잉크, 용제 잉크, 날염용 수성 잉크의 반사 농도를 10번 측정하여 평균값으로 흑화정도를 측정한다.

2-3-3. 확대된 인쇄물의 histogram 및 information 측정

피인쇄체에 따라 인쇄물을 150배 확대하여 그 이미지를 포토샵에서 육안으로 봤을 때, 가장 어두운 면을 선택해 information값 중 k의 값을 알아보고 histogram을 통해 확대된 이미지의 어두운 정도를 알아본다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 재생 잉크의 점도

페잉크 자체가 수성 잉크로 점도가 낮은 액체 형태이기에 스크린 인쇄 작업에 적합한 페이스트화를 위해 최적의 점도를 맞추는 것이 필요했다. 그 기준을 25°C에서 솔벤트 잉크의 점도인 2000~3000cps 값에 두었다. 이와 같은 점도 값을 가지는 잉크를 만들기 위해 페잉크 양과 바인더 양은 고정시키고 증점제 양에 변화를 주며 실험한 결과 증점제는 페잉크 양의 1.6% 넣었을 때 평균 점도가 3200cps로 용제 잉크와 가까웠다.

실험에서 사용된 재생잉크는 바인더 양 10%, 증점제 1.6%로 만든 잉크이다.

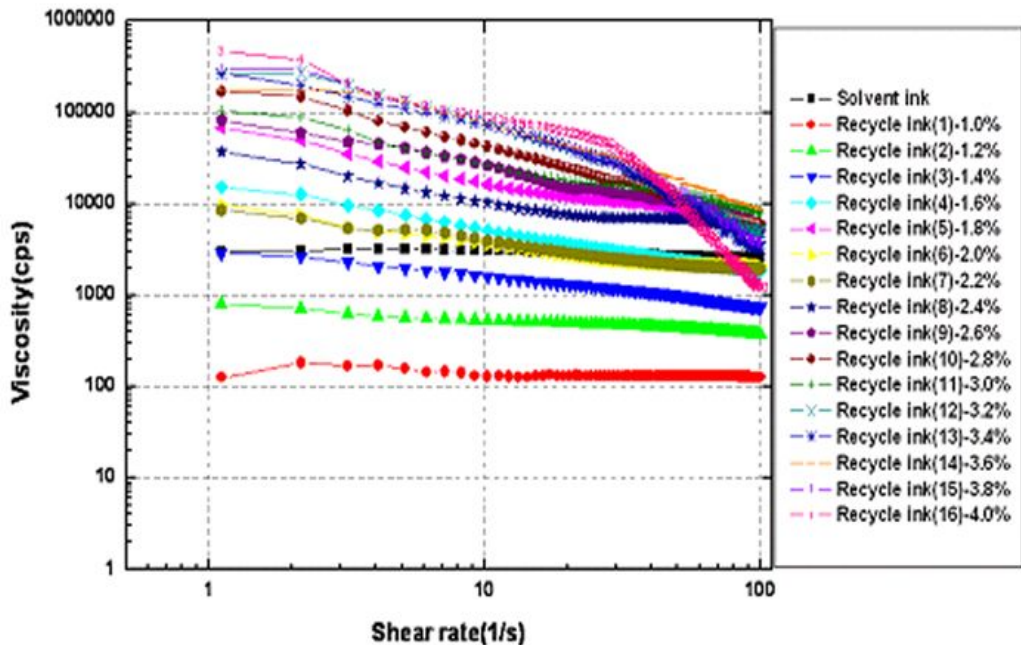


Figure 2. Viscosity of recycle ink.

3-2. 재생 잉크의 인쇄 적성

3-2-1. 종이의 반사 농도의 비교

Table 4. Reflection Density of Paper

Ink Type	Reflection Density
Recycle Ink	1.47
Solvent Ink	1.30
Textile Water Ink	1.37

3-2-2. 면섬유의 반사 농도의 비교

Table 5. Reflection Density of Cotton Textile

Ink Type	Reflection Density
Recycle Ink	1.42
Solvent Ink	1.27
Textile Water Ink	1.29

3-2-3. 매트레이저 필름의 반사 농도의 비교

Table 6. Reflection Density of Matter Laser Film

Ink Type	Reflection Density
Recycle Ink	1.66
Solvent Ink	1.25
Textile Water Ink	1.36

종이와 섬유, 매트 레이저 필름의 각 피인쇄체의 재생잉크, 용제 잉크, 날염용 수성 잉크의 반사 농도 측정 결과 종이, 면섬유, 매트 레이저 필름의 피인쇄체 모두 재생 잉크, 날염용 수성 잉크, 용제 잉크의 순으로 높은 반사농도 값을 가진다.

이는 재생 잉크가 피인쇄체 종이, 면섬유, 매트 레이저 필름에서 비교군이 되는 용제

잉크의 반사 농도 값이 높기 때문에 흑화(darkness)정도가 우수하다 이야기 할 수 있다. 그러므로 스크린 인쇄 작업 시 블랙 잉크로 사용하기에 적합하다.

3-3. 인쇄물을 150배 확대 후 이미지의 히스토그램 및 임포메이션

3-3-1. 종이

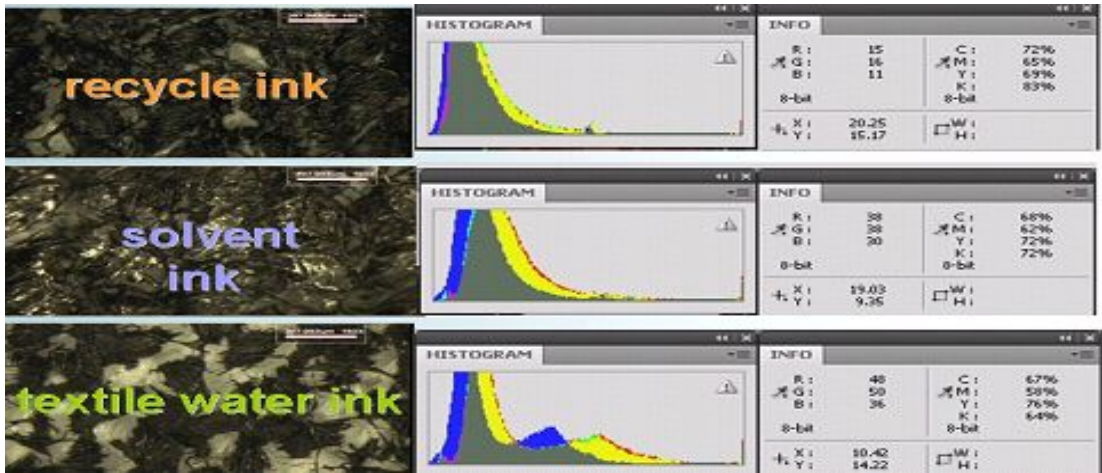


Figure 3. Printing result histogram analysis after 150% magnifying(paper).

3-3-2. 면섬유

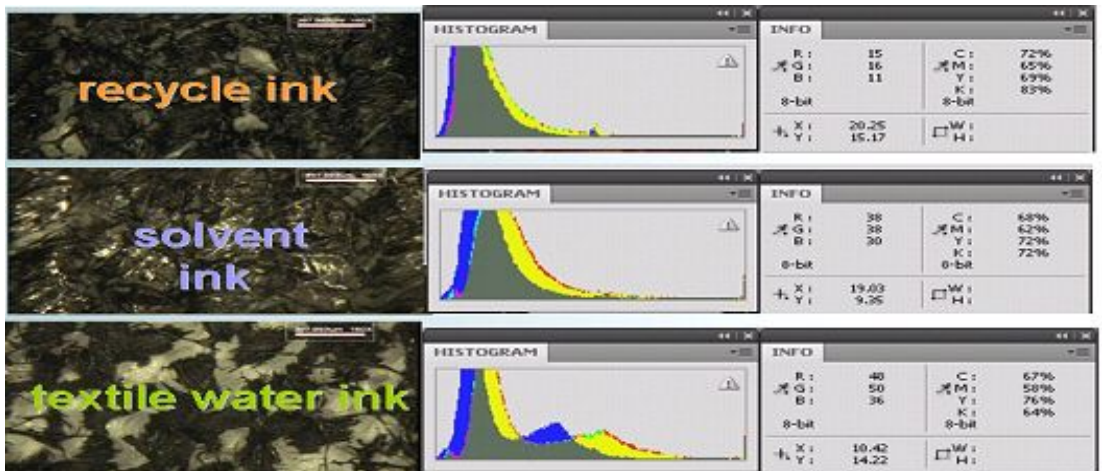


Figure 4. Printing result histogram analysis after 150% magnifying(cotton textile).

3-3-3. 매트 레이저 필름

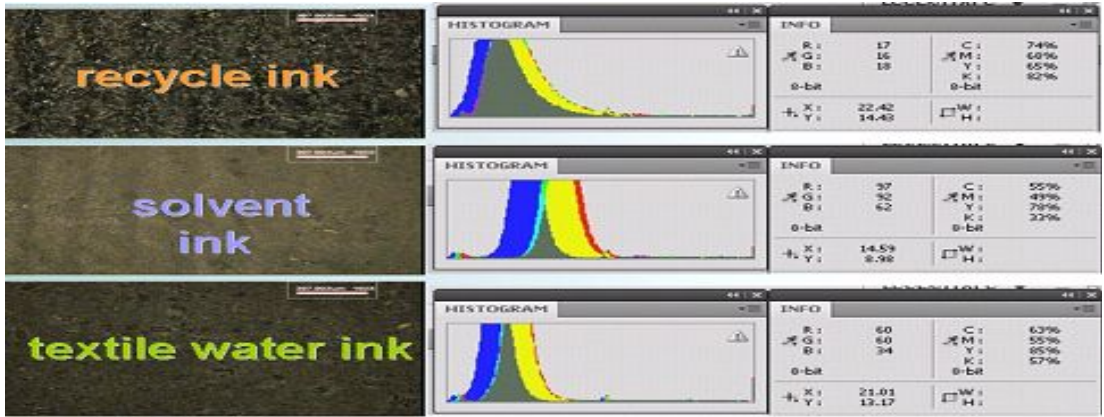


Figure 5. Printing result histogram analysis after 150% magnifying(matter laser film).

인쇄물을 150배 확대한 이미지를 포토샵을 통해 인포메이션(information)과 히스토그램(histogram)을 통해 이미지의 어두운 정도를 알아본다. 인포메이션의 경우 육안을 보았을 때, 가장 어두운 곳을 측정 한 결과 종이, 면섬유, 매트 레이저 필름 모두 재생 잉크의 k값이 높았다.

히스토그램의 세로축은 각 픽셀의 총합이 되고, 가로축은 각 채널의 레벨 값이 된다. 각 채널의 레벨 값이 합해져 있기 때문에 색조 범위(tone range)을 나타낸다. 히스토그램의 그래프가 왼쪽에 있으면 새도(shadow) 이미지, 중간에 있으면 미들톤(middler tone), 오른쪽에 있으면 하이라이트(high light) 이미지를 나타내는데 3가지 피인쇄체 모두 재생 잉크의 히스토그램이 왼쪽으로 치우쳐져 있음을 알 수 있다. 이는 비교군 잉크 별로 보았을 때 재생 잉크로 인쇄한 결과물을 확대한 이미지가 가장 어둡다는 것을 알 수 있다.

3-4. 건조 실험

3-4-1. 바인더 양에 따른 건조 실험

증점체의 양을 1.6%로 고정하고 바인더의 양을 0~20%까지 5%씩 증가시켜 잉크를 만들어 건조 실험을 한 결과 0%일 때 5분, 5%일 때 4분, 10%일 때 3분, 15%, 20%일 때 1분에서 자연 상태에서 완전 건조가 일어남을 알 수 있었다. 이 실험으로 바인더의 양이 0%일 때 자연 건조 시간이 5분이기 때문에 작업상에는 문제가 없으며 바인더의 양이 15%이상 이 되면 건조 시간이 1분으로 너무 빨라 판상에서 판막힘이 일어날 수 있기 때문에 바인더의 양을 15%이하로 해야 함을 알 수 있었다.

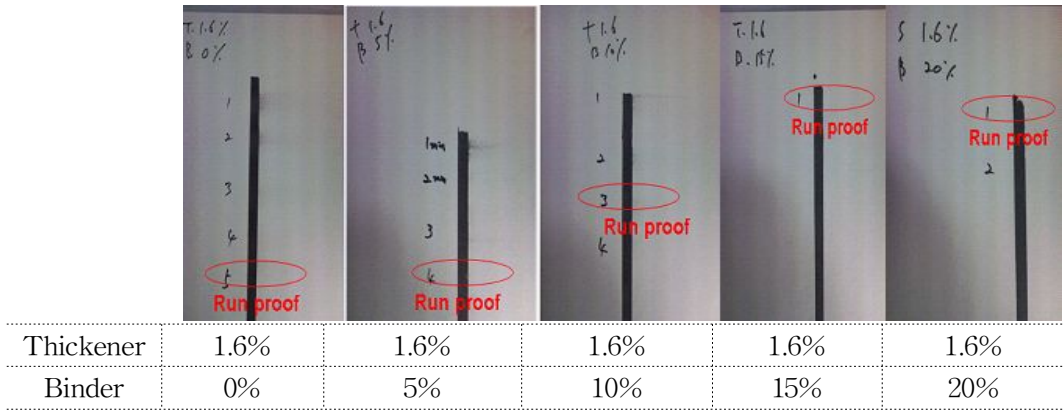


Figure 6. Ink spread of paper by binder ratio.

3-4-2. 비교 잉크별 건조 실험

종이의 경우 솔벤트 잉크는 5분, 날염용 수성 잉크는 6분, 재생 잉크는 3분이 되면 완전 건조가 일어나기 때문에 자연 건조를 하면 된다.

매트 레이저 필름의 경우, 자연 건조 상태에서 솔벤트 잉크는 30분, 날염용 수성 잉크는 50분에서 완전 건조 상태가 되지만 재생 잉크의 경우, 50분이 경과하여도 건조가 이루어 지지 않아 자연 건조 상태는 어려울 것으로 판단된다. 그래서 열건조 방식으로 건조를 하고자 하여 온도에 따른 건조 상태를 연구한 결과 100℃가 될 때 용제 잉크와 날염용 수성 잉크는 완전 건조 상태가 되고 재생 잉크의 경우, 120℃가 되어야 완전 건조 상태가 됨을 알 수 있었다.

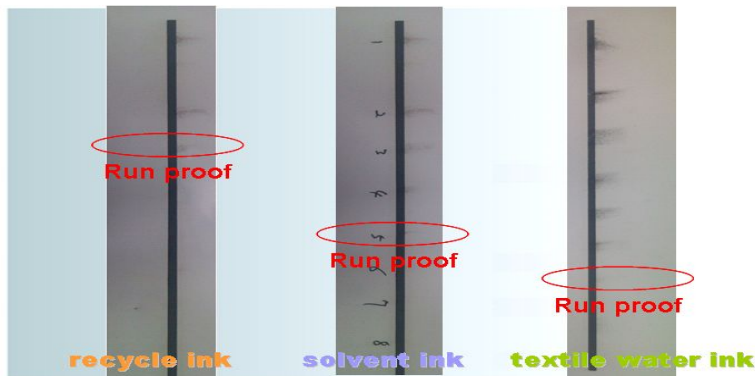


Figure 7. Ink spread of paper(binder 10%, thickener 1.6%).

3-5. 판 세척 실험

스크린 인쇄 작업 후 잉크를 제거하고 흐르는 수돗물에 스크린 판을 세척하면서 1분씩 5분 동안 판 세척정도를 관찰하였다. 그 결과 재생 잉크는 1분이 지나면 판에서 완전히 세척되고, 솔벤트 잉크의 경우 용제 잉크이기 때문에 물로는 수세가 되지 않았으며, 수성용 날염 잉크의 경우, 4분이 지나면 세척은 되었지만 완전한 세척을 위해서는 브러시나 에어브러시를 이용해 세척해야 함을 알 수 있었다.

따라서 재생 잉크는 판의 세척 시간이 짧으므로 인쇄 작업 뒤, 판 세척이 용이하기 때문에 판의 재사용이 가능함과 판의 세척 시간을 단축시킬 수 있는 장점이 될 수 있다고 생각된다.

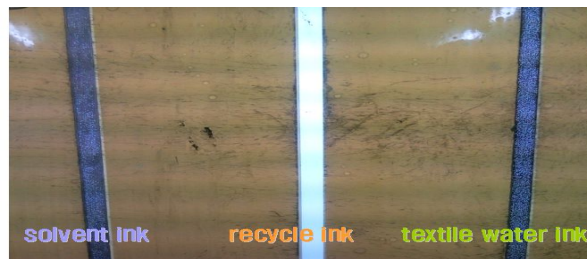


Figure 7. Water used clean screen silk.

3-6. 인쇄물의 내수성 실험

3-6-1. 바인더 양에 따른 인쇄물의 내수성 실험

증점제의 양을 1.6%로 고정하고 바인더의 양을 0~20%까지 5%씩 증가시켜 잉크를 만들어 인쇄 한 뒤, 완전 건조를 위해 1시간을 자연 상태에서 건조하였다. 그리고 5ℓ의 물이 든 버킷에 인쇄물을 넣고 5분간 지난 뒤 꺼내 잉크의 번짐을 육안으로 확인하여 인쇄물의 내수성을 실험한 결과 바인더의 양이 0%, 5%일 때는 잉크의 번짐이 있었지만, 10%이상에서는 잉크의 번짐이 없고 내수성이 우수하였다. 따라서 건조 실험과 인쇄물의 내수성 실험으로 인해 바인더의 양은 10%로 하는 것이 적당하다는 결론을 내렸다.

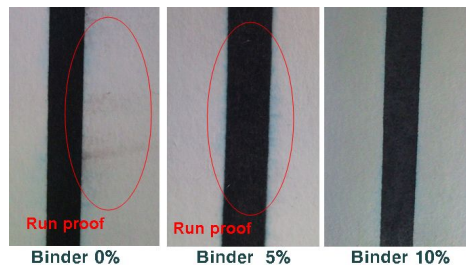


Figure 9. Water-resisting qualities of print by binder ratio.

3-6-2. 비교 잉크별 인쇄물의 내수성 실험

완전 건조 뒤, 재생 잉크와 솔벤트 잉크, 수성용 날염 잉크의 경우 인쇄물의 내수성이 우수하였다.

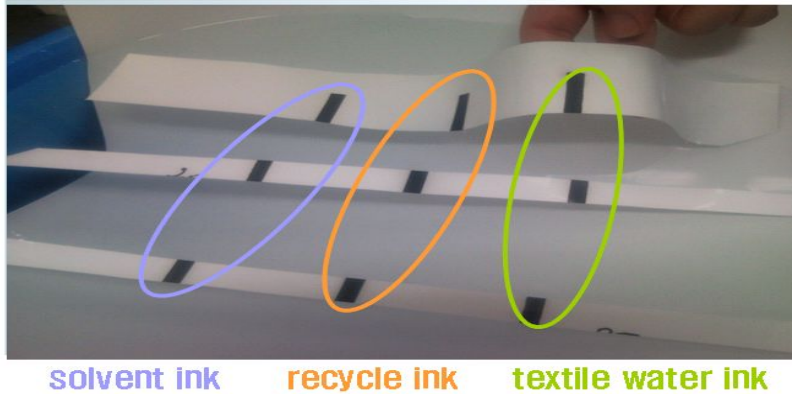


Figure 15. Water used clean screen silk(waste ink : binder 10%, thickener 1.6%).

4. 결론

실사 출력용 수성 페인크를 증점제 및 바인더의 혼합 비율을 연구하여 재생 잉크를 만든 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 증점제의 양이 1.6% 일 때 솔벤트 잉크의 점도와 유사함을 알 수 있었다.
2. 피인쇄체에 따른 솔리드 반사 농도 값을 측정된 결과 재생 잉크의 검정색 반사 농도 값이 가장 우수함을 알 수 있었다.
3. 재생 잉크의 흑화정도를 포토샵의 히스토그램을 이용하여 타 잉크보다 우수함을 알 수 있었다
4. 재생 잉크로 인쇄했을 때 종이의 경우 인쇄 후 3분이면 자연 건조 상태에서 완전 건조가 일어남을 알 수 있었다.
5. 매트 레이저 필름의 경우 120℃이상의 열을 주면 완전 건조가 일어남을 알 수 있었다.
6. 스크린판 세척 시 날염용 수성 블랙 잉크 보다 세척력이 더 우수함을 알 수 있었다.
7. 재생 잉크로 인쇄한 결과물의 내수성을 실험한 결과 완전 건조 후에는 내수성이 뛰어난 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- (1) 김영미, "인쇄업 종사자의 혼합유기용제 노출로 인한 자각증상 및 위해성 평가", 가톨릭대학원, 박사학위논문(2008).
- (2) 과학기술부 ; 환경부 [공편], 산업폐기물 재활용 정보 DB화 사업, 산업폐기물재활용기술개발사업단(2003).
- (3) 남수용, 스크린인쇄, 부경대학교 인쇄정보공학과, pp. 100~112(2003).
- (4) 산업폐기물재활용기술개발사업단, 산업폐기물 재활용 기술개발사업성과집 1단계차년도, 산업폐기물재활용기술개발사업단(1999).
- (5) 송용천, 인쇄재료, 한국산업인력공단, pp. 30~58(2006).
- (6) 우진호, "Video Phone Tube용 형광막의 제조와 공정 개선에 관한 연구", 부경대학교대학원 인쇄공학과, 공학박사학위논문(2005).
- (7) 윤종태 편저, 인쇄과학 개론, 부경대학교 인쇄정보공학과, pp. 18~20(1996).
- (8) 이관학, 스크린인쇄실기, 한국산업인력공단(2002).
- (9) 이한경, 주요기업의 그린마케팅 사례, Ubiquitous. 통권 제44호, 스마트커뮤니케이션, pp. 92~94(2009).
- (10) 이희명, 김창근, 이용규, "바인더의 종류 및 배합비율이 잉크젯트 인쇄 특성에 미치는 영향", Journal of Korea TAPPI Vol. 34. No. 2(2002).
- (11) 전영길, 강현희, "우리나라 기업의 그린마케팅 전개방안에 관한 연구", Vol. 33. 韓京大學校, pp. 5~19(2002).
- (12) 최명철, 인쇄일반, 한국산업인력공단, pp. 156~160(2006).
- (13) 특허청 신기술 조사회, 염료-인쇄 잉크 특허 동향, 특허청 신기술 조사회(2002).
- (14) 한국기술거래소, 인쇄잉크, 한국기술거래소(2005).
- (15) 2002 한국정밀화학총람(201), 씨시스템닷컴(주)(2002).