



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

페잉크를 이용한 스크린인쇄용
블랙잉크 제조에 관한 연구



2011년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

인쇄공학과

권 희 경

공 학 석 사 학 위 논 문

페잉크를 이용한 스크린인쇄용
블랙잉크 제조에 관한 연구

지도교수 남 수 용

이 논 문 을 석사학위논문으로 제출함.

2011년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

인쇄공학과

권 희 경

권희경의 공학석사 학위논문을 인준함.

2011년 02월



주 심 이학박사 이 상 남 (인)

위 원 농학박사 이 영 세 (인)

위 원 공학박사 남 수 용 (인)

목 차

목 차	I
List of Figures	IV
List of Table	VI
Abstract	VII
1. 서 론	1
2. 이 론	3
2-1. 스크린인쇄용 용제잉크	3
2-1-1. 용제	3
2-1-1-1. 톨루엔	4
2-1-1-2. 크실렌	5
2-1-1-3. 사이클로헥사논 - 아논	6
2-2. 수성잉크	6
2-2-1. 수지	7
2-2-1-1. 수용성 수지	7
2-2-1-2. 콜로이달 디스퍼션	7
2-2-1-3. 에멀션	7
2-2-2. 안료	8
2-2-3. 수용화제	8
2-2-4. 기타 보조용제	8
2-2-5. 특징	8
2-3. 스크린 인쇄 메카니즘	8
2-3-1. 잉크 빠짐 메카니즘	8

2-3-2. 판 분리 메카니즘	9
2-3-3. 레벨링과 형상 유지의 메카니즘	9
2-4. 레올로지 이론	10
2-4-1. 레올로지의 S-S 곡선	10
2-4-1-1. 뉴턴 유동(newtonian flow)	10
2-4-1-2. 의소성 유동(pseudoplastic flow)	11
2-4-1-3. 딜레이턴트 유동(dilatant flow)	11
2-4-1-4. 소성 유동(plastic flow)	12
2-5. 실사 출력	12
3. 실험	14
3-1. 시 료	14
3-1-1. 페잉크	14
3-1-1-1. 실사출력용 수성 잉크의 구성 성분	15
3-1-2. 증점제	18
3-1-3. 바인더	18
3-2. 실험방법	19
3-2-1. 페잉크 이용해 재생 잉크 제조	19
3-2-2. 반자동 평판스크린인쇄	24
3-2-3. 건조	25
3-2-4. 인쇄 후 판상의 잉크 세척 실험	26
3-2-5. 인쇄물의 내수성 실험	26
3-3. 측정 및 분석	27
3-3-1. 재생잉크의 점도측정	27
3-3-2. 인쇄물의 인쇄적성	28

4. 결과 및 고찰	29
4-1. 재생잉크의 점도	29
4-2. 재생잉크의 인쇄적성	30
4-3. 인쇄물을 150배 확대 후 이미지의 히스토그램 및 색의 정보	32
4-4. 건조실험	39
4-4-1. 자연건조	39
4-4-1-1. 바인더 양에 따른 건조	39
4-4-1-2. 잉크별 종이에서 자연건조	40
4-4-1-3. 매트레이저 필름	41
4-4-2. 매트레이저 필름의 열 건조	42
4-5. 인쇄 후 판상의 잉크 세척 실험	42
4-6. 인쇄물의 내수성 실험	44
4-6-1. 바인더양에 따른 인쇄물의 내수성실험	44
4-6-2. 비교잉크별 인쇄물의 내수성 실험	45
4-7. 재생잉크를 이용한 인쇄물의 인쇄적성	46
4-7-1. 망점재현	46
4-7-2. 재생잉크를 이용한 스크린인쇄 응용작품	47
5. 결 론	49
참 고 문 헌	51

List of Figures

Figure 1. The S-S curve of rheology	10
Figure 2. PRO II head cleaning system	13
Figure 3. Digital textile disperse ink (magenta ink)	14
Figure 4. Waste ink	15
Figure 5. Manufacturing process method	20
Figure 6. Thickener agent 4.5% of recycle ink	21
Figure 7. ink mixer	22
Figure 8. Semi-automatic flat screen print (DY450)	24
Figure 9. Drying rack	25
Figure 10. Box oven dryer	26
Figure 11. HAAKE RheoStress1	27
Figure 12. Reflection densitometer x-rite 500	28
Figure 13. Viscosity of recycle ink	30
Figure 14. Printing result 150% magnifying(paper)	33
Figure 15. Printing result 150% magnifying(cotton textile)	33
Figure 16. Printing result 150% magnifying(matter laser film)	34
Figure 17. Printing result histogram analysis after 150% magnifying (paper)	36
Figure 18. Printing result histogram analysis after 150% magnifying (cotton textile)	37
Figure 19. Printing result histogram analysis after 150% magnifying (matter laser film)	38
Figure 20. Ink spread of paper by binder ratio	39
Figure 21. Ink spread of paper (binder 10%, thickener 1.6%)	41

Figure 22. Water used clean screen silk	44
Figure 23. Water-resisting qualities of print by binder ratio.	45
Figure 24. Water-resisting qualities of screen printed result	45
Figure 25. 45 lpi square halftone patch	47
Figure 26. Textile print	48
Figure 27. Christmas card print	48



List of Table

Table 1. Ink used to solvent present condition	4
Table 2. Water ink Composition	6
Table 3. Black ink composition information	16
Table 4. Cyan ink composition information	16
Table 5. Yellow ink composition information	16
Table 6. Magenta ink composition information	17
Table 7. Light cyan ink composition information	17
Table 8. Light magenta ink composition information	17
Table 9. LYOPRINT® PTF pigment printing thickener	18
Table 10. PT-20 composition information	19
Table 11. Waste ink of thickening agent mixing ratio	23
Table 12. Reflection density of paper	31
Table 13. Reflection density of cotton textile	31
Table 14. Reflection density of matter laser film	32
Table 15. Ink spread of paper by binder ratio	40
Table 16. Ink spread of matter laser film (O : runproof, X : spread)	41
Table 17. Ink spread of matter laser film by temperature	42
Table 18. Screen silk clean by ink type (O : clean , X : not clean)	43
Table 19. Water-resisting qualities of print (X : runproof)	46

A Study on the manufacturing process of black ink
for screen printing by using waste ink

Hee-Kyoung Kwon

printing Engineering, graduate school, Pukyong National University

Abstract

The solvent inks such as Toluene, Cyclohexanon, and Xylene are usually used to clean the printing plate of screen printing. Yet, this work usually leads many inconveniences such as headache of worker by smell of solvent, and complaints due to wastewater. If you use water-based inks, you can work more comfortably due to less strong smell and easy cleaning by water. However, a water-based ink has not commonly been used, since there have been no cases and applications of screen paper printing by water-based inks.

In order to reduce the inconvenience of solvent ink, I adopted a textile water printing which is a kind of water-based ink to screen printing. As a result, the strong smell and wastewater has been reduced so that overall working environment is improved.

I examined printability of solvent ink by using textile water ink such as Cyan, Magenta, Yellow, and Black. In this study, I have used a waste ink after inkjet printing instead of Black textile water ink.

There are domestic and imported inks existed in current inkjet printing market. Most of inkjet printer use water-based ink except heating solvent type; a heating solvent type machines cannot use a water-based ink due to clogging of the nozzle. In addition, most of expiration dates of these

inks don't exceed more than 3–6 months.

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.

Cyan, Magenta, Yellow, Black, Light Cyan and Light Magenta, these six inks of ink jet print are changed to waste inks. I wonder whether these waste inks can be a Black ink for screen printing or not. If wasted ink could be recycled, it can reduce cost and pollution. From this assumption, I have started my research.

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. The price of the Black ink is 8,000won per 1kg, but the cost of using recycle ink is only 1,000won per 1kg– it consists 192won of thickener and 1,192won of binder. The recycled black ink is absolutely more cost efficiency than using commercial black ink, if you consider not only price of ink but cost of disposing waste.

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

1. 서 론

스크린인쇄 용제잉크를 사용하여 작업을 하는 경우 판 세척 시 톨루엔(Toluene), 사이클로헥사논(Cyclohexanon) 및 크실렌(Xylene) 등의 용제를 사용하게 된다. 이때 용제 냄새에 의한 작업자의 두통 및 주변의 냄새 및 생활오수와 혼합되어 민원이 발생하는 등의 생활불편이 있다.¹⁾

수성잉크를 사용하면 용제 냄새를 줄일 수 있고 세척 시 물을 사용하기 때문에 편하게 작업 할 수 있다. 하지만 수성잉크를 활용하여 스크린 지류인쇄를 작업한 실례 및 응용 사례 없기에 수성잉크의 사용을 하지 못하고 있었다.

용제잉크의 불편함을 해소하기 위하여 수성잉크의 한 종류인 날염잉크의 응용 시험 인쇄를 하게 되었다. 이로 인해 작업장의 환경 부분이 많이 개선되었고 생활오수와 혼합되어 버려지던 용제 부분과 작업공간의 냄새 또한 사라지게 되었다.

날염잉크를 이용하여 사이안(Cyan), 마젠타(Magenta), 옐로우(Yellow), 블랙(Black) 수성잉크를 기존 용제잉크의 인쇄적성을 검토하여 제작 사용하였다.

본 연구에서는 수성잉크로 사용되는 날염용 수성블랙잉크 대신, 실사출력기에서 버려지는 폐잉크를 이용해 보고자 한다.

지금 현재 국내에 시판되고 있는 실사출력용 잉크는 수입잉크와 국내 제조용으로 나누어진다. 잉크의 특징으로는 실사출력기의 노즐 부분의 막힘 현상 때문에 열고착형 솔벤트 타입을 제외하고는 대부분 실사출력기는 수성잉크를 사용하고 있으며, 대부분 유통기한을 3개월~6개월을 넘지 못한다. 밀봉상태에서 6개월 이상 방치된 잉크는 자체 용기 내에서 침전, 응고가 발생하여 실사출력기의 헤드노즐(head nozzle)을 막아버리기 때문에 심각한 문제가 발생하게 된다. 또한 계속 출력을 하고 있는 상태에서 3~4시간 정도 작업을 중지할 경우 잉크헤드 노즐에서 잉크 막힘 현상이 자연적으로 발생하기에 실사출력 전 미리 헤드점검 및 헤드크리닝(cleaning)을 실시하여야 한다. 이 시점에서 실사출력기 메뉴의 헤드크리닝모드를 작동하면 막힌 노즐은 뚫리게 되지만 노즐을 통과한 많은 양의 폐잉크

가 발생하게 된다.

잉크를 판매하고 있는 각 회사에서 그린마케팅(green-marketing) 차원에서 폐잉크를 회수해 가면 좋겠지만 국내 판매처 중 어느 곳에서도 폐잉크를 회수해 가는 경우는 없는 실정이다. ⁸⁾⁹⁾

실사출력용 잉크는 보통 사이안, 마젠타, 옐로우, 블랙, 라이트 사이안, 라이트 마젠타 6색의 잉크가 합쳐지고 별색이 추가 될 수도 있다. 이 잉크들이 합쳐진 상태가 폐잉크가 되기 때문에 폐잉크를 이용하면 스크린인쇄용 블랙잉크를 만들 수 있지 않을까 하는 생각에서 연구가 출발하게 되었고 폐잉크를 이용한 스크린인쇄용 블랙 재생잉크의 사용이 가능하게 되면 환경적인 문제 및 비용절감 효과를 가져 올 수 있기에 실사출력용 폐잉크를 이용하여 스크린인쇄 수성블랙잉크를 제조하기 위해 본 연구를 하게 되었다.

본 연구는 실사출력기에서 잉크헤드 노즐 크리닝 시점에서 발생하는 폐잉크 혹은 유통기간을 넘기게 되어 사용을 못하게 된 폐잉크를 재활용하여 스크린인쇄 수성블랙잉크로 제조함에 연구목적을 두고 있다. 재활용된 블랙잉크를 사용함에 있어 작업장소의 쾌적한 환경과 폐잉크를 최종 처리해야 할 각 회사에서 폐잉크의 폐기물 처리비용을 절감하고, 친환경적이며, 폐자원의 이용으로 천연자원을 절약하는 등 여러 가지 효과를 거둘 수 있어, 폐기물 재활용 촉진에 적극 도움이 될 것이라 생각한다. ²⁾⁴⁾ 그리고 실제 제품화되어 판매되고 있는 블랙잉크의 경우 1kg 에 8,000원 이지만 폐잉크를 이용하면 1kg에 폐잉크는 무료, 증점제는 192 원, 바인더는 1,000원으로 총 1,192원이 된다. 잉크의 비용뿐만 아니라 폐기물의 처리 비용까지 생각한다면 폐잉크를 이용하여 만든 스크린인쇄용 수성블랙잉크는 절대적 비용 절감을 할 수 있다고 생각한다.

이 논문에서는 폐잉크를 이용해 만든 스크린인쇄용 수성블랙잉크를 재생잉크라 칭한다. 재생잉크는 제품화되어 판매되고 있는 스크린인쇄 지류용 용제잉크(solvent ink)와 수성용 날염잉크를 비교군으로 하여 실험한다.

2. 이 론

2-1. 스크린인쇄용 용제잉크

인쇄잉크는 안료를 전색제(展色劑)와 함께 개어 미세하게 분산시켜서 만든다.

전색제는 기름, 용제(溶劑) 수지 등을 섞어 만든 투명한 액으로, 잉크에 인쇄에 필요한 유동성을 주고 인쇄 후에는 신속하게 건조되어 견고한 잉크막을 형성하게 한다. 안료는 물에 녹지 않는 성질을 가진 색깔 있는 재료로서 이를 용해시킬 수 있는 전색제와 섞으면 액체 상태의 잉크가 된다.

안료로는 벤지딘옐로, 티탄화이트, 카본블랙, 프탈로시아닌블루 등이 주로 쓰이며, 특수한 잉크로 금은잉크, 히트세트잉크, 형광잉크 등이 있는데, 금색을 나타내기 위해서는 황동 가루가, 은색에는 알루미늄 가루가 쓰인다.¹⁰⁾

2-1-1. 용제

용제는 잉크를 구성하고 있는 일부분이고, 수지를 용해하여 바니스를 만들어 유동성을 주어 잉크를 판에서 피인쇄체로 전이하는 캐리어 역할을 한다. 인쇄된 후에는 잉크피막에서 증발해 소실된다.⁵⁾

Table 1은 인쇄방식에 따른 잉크에 사용되는 유기용제의 현황을 나타내고 있다. 인쇄잉크는 일반적으로 피인쇄체로의 접착성 또는 최적의 피막적성, 그 외의 성상을 부여하기 위해 여러 종류의 수지가 목적에 따라 선정된다.

유기용제는 주로 이들의 수지를 용해해 각 인쇄방식이나 코팅방식 또는 각종 기계에 대응한 최적의 인쇄적성과 코팅적성과 함께 적절한 건조 속도를 갖는 전색제를 제조해 인쇄잉크나 접착제 등에 사용된다.

따라서 인쇄방식이나 코팅방식, 기계의 종류 또는 성능, 피인쇄체나 코팅물의 종류, 가공방법, 인쇄물이나 코팅물의 사용방법이나 사용목적에 따라 여러 가지의 수지와 여기에 맞는 유기용제가 사용된다.

Table 1. Ink used to solvent present condition

Type	Ink of used solvent
Gravure ink	Hydrocarbon of boiling point is 70~120℃, alcohol, ketone, ester
Flexo ink	Alcohol
Screen ink	Hydrocarbon of boiling point is 110~160℃, alcohol, ketone, ester
Off set ink	Hydrocarbon of boiling point is 240℃over
Water Flexo ink	Water is base solvent. but a litter alcohol

2-1-1-1. 톨루엔

톨루엔은 유기용제로 가장 널리 쓰인다. 벤젠, 기타 화학물질 제조, 고무, 페인트 및 도료의 용제, 휘발유 성분, TNT, TDI, 의약품, 세척제, 염료로 사용된다. 많은 유기용제 중에서 전형적인 중추신경 작용을 보인다. 환각작용을 얻기 위해 청소년들이 본드나 페인트를 흡입 할 때 흡수되는 물질이다. 근로자들이 보통 신나라고 하는 물질 중에는 거의 모두가 톨루엔이 포함되어 있다.

톨루엔은 산업안전보건법의 노출기준에 따르면 TWA는 100ppm(375mg/m³), STEL은 150ppm(560mg/m³) 이다. 톨루엔을 노출기준이상 장기적으로 접촉하게 되면 두통, 현기증, 무력감, 지각마비, 중추신경기능장애, 주의력부족, 언어장애, 발육부진 등의 부작용이 생긴다.

톨루엔은 저농도 장기 폭로에도 인지기능의 저하, 기억력 저하 등 중추신경계의 장애를 유발하는 것으로 알려지고 있고, 고폭로에서는 중추신경계 독성은 물론 근위세뇨관에 영향을 주어 대사성 산증을 일으킨다. 톨루엔 등 유기용제는 지방과 친화력이 있으므로 지방조직이 많은 뇌의 백질 부위에 손상을 많이 준다. 국내에서는 톨루엔을 포함한 복합유기용제에 의한 중추신경의 탈수초성병변을 보이는 사례가 보고되었다.

※TWA(Time Weighted Average, 시간가중평균노출기준) : 1일 8시간작업을 기준으로 하여 유해요인의 측정치에 발생시간을 곱하여 8시간으로 나눈 값을 말하며 산출공식은 다음과 같다.

$$\text{TWA환산값} = (C_1 \cdot T_1 + C_2 \cdot T_2 + \dots + C_n \cdot T_n / 8)$$

주) C : 유해요인의 측정치(단위 : ppm 또는 mg/m³)

T : 유해요인의 발생시간(단위 : 시간)

※ STEL(Short Term Exposure Limit, 단시간노출기준) : 근로자가 1회에 15분간 유해요인에 노출되는 경우의 기준으로 이 기준 이하에서는 1회 노출간격이 1시간 이상인 경우 1일 작업시간 동안 4회까지 노출이 허용될 수 있는 기준을 말한다.

2-1-1-2. 크실렌

크실렌은 염료, 유기안료, 향료(인조사향), 가소제, 의약품(VB2), 도료, 농약 의약품, 일반용제, 석유정제용제에 사용된다.

증발속도는 부틸 초염산을 1로 할 때, 크실렌은 0.7, 톨루엔은 2.24, 사이클로헥사논은 0.23으로 크실렌은 증발속도가 톨루엔 보다는 느리고 사이클로헥사논 보다는 빠르다. 이에 단독으로 스크린판의 세척용으로 많이 사용되며 독성과 냄새는 톨루엔보다 약간 작다.

크실렌의 산업안전보건 노출기준에 따르면 TWA는 100ppm(435mg/m³), STEL은 150ppm(655mg/m³) 이다. 장기적으로 접하게 되면 눈, 코, 목이 자극되고, 피부염이 발생하며, 흥분상태가 된다. 마취상태로 두면 사망하며, 골수장해가 나타난다.

크실렌은 중추신경계를 억제하고 피부나 점막을 자극한다. 크실렌도 조혈장애지만 고농도에서는 신장과는 간독성을 나타낸다.

2-1-1-3. 사이클로헥사논 - 아농

사이클로헥사논은 수지용해성이 뛰어나 잉크 희석제로 많이 쓰인다. 또 합성 중간제, 유기용제, 살충제, 레커, 페인트, 니스 등으로 사용이 된다. 건조는 크실렌 보다 느리고 냄새가 유독하다. 인쇄 후 스크린판 세척용으로 톨루엔과 크실렌 1:1로 섞어 사용한다.

사이클로헥사논의 산업안전보건 노출기준에 따르면 TWA는 100ppm(375mg/m³), STEL은 150ppm(560mg/m³) 이다. 사이클로헥사논의 접촉이 많이 지면 강한 마취성이 되고 피부점막을 자극하게 된다. ¹²⁾

2-2. 수성잉크

산업 전반에 걸쳐 각종 인쇄용으로 사용 되고 있는 잉크의 한 분야로 기존의 유성잉크에 비해 양질의 색감, 비용절감, 용해성, 청결성, 환경 친화적 특성 등의 장점을 가지고 있어 계속적인 시장 확장이 되고 있다.

현재 사용되고 있는 수성잉크의 바인더로는 알칼리 가용성 수지가 많이 사용되고 있으며 이 수지는 암모니아수 또는 유기아민류로 수용화해서 수성 잉크는 Table 2와 같은 성분으로 구성되어 있다. ¹¹⁾

Table 2. Water ink Composition

Resin	Water soluble resin, Colloidal dispersion
Emulsion	Ammonia solution, Organic amine
Pigment	Inorganic pigment, Organic pigment
Sub solvent	Alcohol, Glycol ether
Additional agent	Dispersing agent, Thinner, Slipping etc.

수성잉크는 농축형태로 운반되고 어떠한 비율로도 사용할 수 있고 확장고착제 (extender varnish)와도 섞어 쓸 수 있다. 사용 전 기초잉크는 원하는 색상을 내기 위해 서로 섞어진 후 확장고착제와 섞여져야 정확한 착색력을 갖는다. 그 후에 물과 섞어(대개 4:4:2 즉 물 40%, extender 40%, 잉크 20%의 비율로 사용) 적당한 인쇄점도를 만든다.

2-2-1. 수지

2-2-1-1. 수용성 수지

수용성 수지는 주원료라고는 할 수 없으나 그 용도는 잉크의 점도와 유동성을 조절, 분산계의안정화, 안료 분산효과, 피막형성 및 안료고착 등의 기능을 잉크에 부여하는 데 있다.

2-2-1-2. 콜로이달 디스퍼션

콜로이달 디스퍼션은 수용화 수지, 히드로졸 등으로 불려 수용성 수지와 에멀션의 중간성질을 가지고 있다. 분자 중에 극성기를 가지고 있으므로 pH를 조절 함으로써, 또는 조제를 첨가함으로써 용해성이나 점도가 변화한다.

이것에는 알칼리 가용형, 산가용형, 비이온 3가지가 있는데, 알칼리 가용형이 수성잉크 바인더로서 가장 유효하다. 특히 알칼리가용 아크릴 수지는 다양하고 뛰어난 물성 때문에 수성잉크용 수지로서 가장 이용가치가 있다.

2-2-1-3. 에멀션

합성수지 에멀션은 피막강도가 뛰어난 반면 스크린 통과성, 판상 안정성, 유동성, 레벨링, 광택 등의 점에서 앞에서 서술한 수용성 수지나 콜로이달 디스퍼션에 비해서 떨어지기 때문에 다른 수지와 병용하여 이들 결점을 보완할 필요가 있다. 그러나 에멀션으로 형성된 잉크피막은 피막강도, 내마찰성, 내알칼리성, 내수성, 내용제성 등이 우수하다.

2-2-2. 안료

안료는 기본적으로 용제형 잉크에 사용되고 있는 것과 동일한 안료가 사용된다. 다만 수성잉크는 알칼리성 안료가 많으므로 내알칼리성이 좋은 안료가 사용된다.

2-2-3. 수용화제

알칼리 가용성수지에 첨가해서 수용화하는 것이 수용화제의 역할이다. 수용화제로서는 암모니아나 수용성 유기 아민류가 쓰인다.

2-2-4. 기타 보조용제

수성잉크의 보조용제로서는 알콜류, 글리콜에테르류가 사용되나 그 기능은 수성잉크의 표면장력을 내려서 피인쇄체의 젖음을 좋게 한다. 수지의 용해를 도와서 적정점도를 유지하며 건조속도를 조절하는 것 등이다.

수성잉크용 원료로는 그밖에 소포제, 방부제, 방청제, 내마찰성 향상제, 가소제, 분산제 등이 사용된다.

2-2-5. 특징

- 물로 희석하여 인쇄가능하다. 건조피막은 내수성이 된다.
- 저취, 불연성으로 무공해이다.
- 재현성이 우수하여 화선부가 선명하다.
- 작업성은 용제형 잉크보다 뛰어나 눈막힘, 발포, 핀홀, 색얼룩이 없다.
- 접착성이 양호해서 광범위한 재료에 적용된다. ³⁾⁵⁾

2-3. 스크린 인쇄 메카니즘

2-3-1. 잉크 빠짐 메카니즘

스퀴지와 스크린 기관이 접촉하는 위치에서 스퀴지의 이동으로 유동하여 스퀴지 각의 면에서 수직 방향으로 힘을 받아 이 압력이 앞으로 전달된다. 압력을 받은 페이스트는 스크린 망사의 개구부를 통해 기관에 도달하며, 유제로 둘러싸였

던 공간에서는 페이스트가 충전된다. 공간에 페이스트가 충전되면 그 후의 압력을 받았던 페이스트는 반작용으로 위쪽에 흐르고, 스퀴지 면을 타고 전방으로 회전한다. 이것이 페이스트의 롤링이다. 즉 페이스트의 토출에 가장 영향을 미치는 인자는 페이스트와 스퀴지의 접촉각도이다. 접촉각도가 작을수록 페이스트의 토출력은 증가하게 된다. 또한 스퀴지 속도는 압력을 가하는 시간에 관계되고, 토출에 영향을 미친다. 스퀴지 속도가 느으면 오랜 압력을 가하기 때문에 토출력을 증가시킨다. 스퀴지의 인압은 토출력에 직접 관계하여 스크린 상의 페이스트를 균일하게 얻을 수 있고, 기판과 접촉하는 만큼 얻을 수 있다.

종래, 토출에 대해서 인압이 가장 영향을 준다고 생각한 것은 인압을 높게 하면 스퀴지가 변형하여 접촉각도가 작게 되어 토출이 증가되기 때문이다.

2-3-2. 판 분리 메카니즘

스퀴지의 이동에 따라 페이스트가 토출한 후, 스크린이 스스로의 장력에 의해 기판으로부터 분리되기 때문에 기판에 도달했던 페이스트가 스크린과 분리된 기판 위에 남게 된다. 이러한 것을 ‘판 분리’라고 부르며, 이것은 스크린 인쇄 시 불균일한 막두께가 나오기 때문에 연속적으로 실현되어야 하는 기본적인 메카니즘이라 말할 수 있다. 이러한 판 분리는 스크린의 장력과 페이스트의 점탄성과의 관계에서 일어나기 때문에 균일한 인쇄를 위해서는 양호한 판 분리성은 절대적인 전제조건이다. 스퀴지의 이동에 따라 스크린 틀의 뒤 부분을 들어올리는 기구에 의한 강제적인 판 분리는 막두께의 균일성과 치수 정밀도에 치명적인 문제를 일으킬 가능성이 있기 때문에 잘 고려하여 사용해야 한다.

2-3-3. 레벨링과 형상 유지의 메카니즘

판 분리 후, 기판 위에 남게 된 페이스트는 스스로의 성질로 인쇄 표면의 메시(mesh)자국을 지우거나 기판 위에서 퍼짐을 멈추고, 형상을 보존한다. 이것은 페이스트(paste) 그 자체가 가지고 있는 특성, 즉 레올로지(rheology)의 문제이지만, 인쇄조건에 대응하는 것은 아니다.

2-4. 레올로지 이론

2-4-1. 레올로지의 S-S 곡선

레올로지의 기본은 응력(stress)에 대한 변형(strain) 즉, 외력에 대한 변형의 정도에서부터 시작한다. Figure 1은 전단응력(shear stress)에 대한 전단속도(shear rate)의 관계를 나타낸 그래프이다. 이 곡선을 S-S(stress-strain) 곡선이라고 하며, 모든 재료의 유동물성을 파악하기 위한 가장 기본적인 곡선으로 알려져 있다. 식 (1)를 보면 S-S 곡선에서 기울기는 전단응력/전단속도, 즉 점도가 되고 그 기울기의 특성에 따라 다음 4가지의 유형으로 구분될 수 있다. 물론 곡선이 나오는 것은 탄성도 포함될 수 있다는 증거이다.

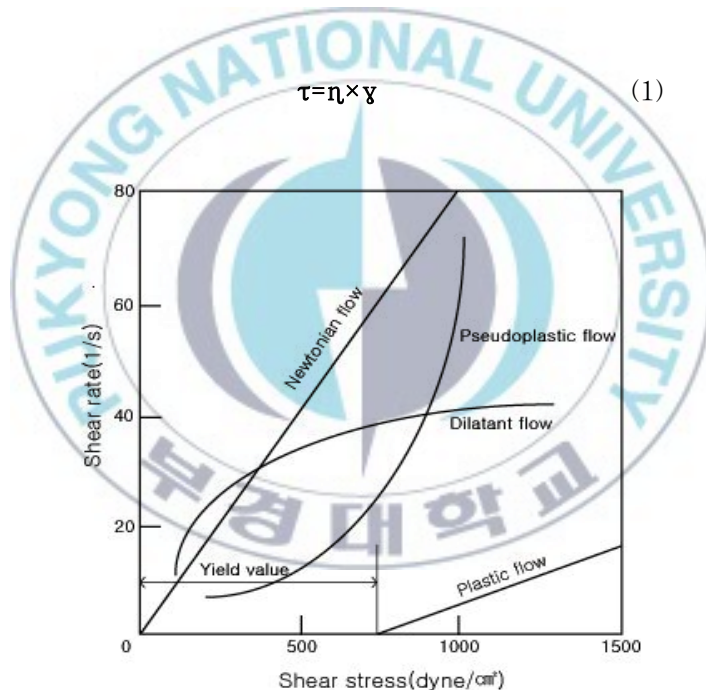


Figure 4. The S-S curve of rheology

2-4-1-1. 뉴턴 유동(newtonian flow)

전단응력/전단속도의 비가 일정한 유동 즉, 외력에 대해서 정비례하는 유동을 말한다. 모든 유체는 점도를 가지고 있지만 물, 알코올, 아세톤, 크실렌, 저분자 물질의 용액들은 뉴턴성 유체이며 Figure 1에서 보는 바와 같이 직선으로 나타

난다. 뉴턴 유동에 대하여 곡선으로 나타나는 모든 유체는 비뉴턴성 유체(non-newtonian fluid)라고 하며, 인쇄잉크, 고분자수지, 현탁액, 고분자 혼합용액 등이 이에 속한다. 이들의 특징은 곡선의 기울기 값이 고정되지 않으므로 일정한 점도를 갖지 않는다. 여기서 일정하지 않다는 의미는 그 점도의 변화가 어떤 성향의 규칙성은 가지고 있지만 점도 자체가 하나가 아니라는 것을 뜻한다. 물은 20℃에서 1cps(centipoise)로 일정한데 반하여, 어떤 비뉴턴 유체는 같은 온도에서 15, 20, 30,…… 등과 같이 여러 가지 점도 값을 가질 수 있다는 뜻이다. 그 이유는 역시 Figure 1에서 보는 바와 같이 비뉴턴 유체에 가해지는 변속 즉, 응력 변화에 따라서 전단속도의 변화율이 달라지기 때문이다. 따라서, 이러한 유체는 한 가지 점(point)적인 값으로 그 유체의 점도를 표현할 수 없고, 점도 변화를 나타내는 점도 곡선으로 나타내야 그 유체의 유동 물성을 알 수 있다.

2-4-1-2. 의소성 유동(pseudoplastic flow)

낮은 전단속도에서 뉴턴 유동을 하고, 높은 전단속도에서는 소성 유동과 비슷한 경향을 보이는 곡선이다. 그 경향의 변화가 곡선적으로, 점진적으로 되기 때문에 이 곡선을 나타내기 위하여 많은 복잡한 식들이 있다. 플렉소 잉크나 그라비아 잉크 등이 주로 이 범주에 속한다.

2-4-1-3. 딜레이턴트 유동(dilatant flow)

의소성 유동과 반대의 경향을 나타내는 유동을 딜레이턴트 유동이라고 하며, 의소성 유동은 전단 속도가 증가하면 액체의 점도가 낮아지는 반면에 딜레이턴트 유동은 전단속도가 증가하면 액체의 점도가 증가한다. 딜레이턴트 유동을 하는 잉크는 거의 볼 수 없으나 비닐 플라스틱롤 등이 이 범주에 든다. 이와 같은 여러 가지 점도곡선은 인쇄 잉크의 경우 안료 입자와 바니쉬(vanish) 간의 분산성 및 섞임성 등을 알게 하며, 낮은 응력에서 높은 응력까지 변하는 동안 점도의 변화를 보고, 인쇄기계 내에서 잉크의 안정성 또는 잉크의 적정한 조건 등을 알 수 있게 한다.

2-4-1-4. 소성 유동(plastic flow)

일명 Bingham flow라고 하며 Figure 1의 비뉴턴성 유체 중에서 고점도의 오프셋 인쇄 잉크와 같이, 일정한 스트레스 이상을 가해야 유동을 시작하는 흐름의 형태를 소성 유동이라고 한다. 소성 유동에서 전단응력에 대한 전단속도는 직선이 되는데 전단응력 축 상에 절편을 항복점이라고 하고, 이 점도 값을 항복가(yield value)라고 하여 최초의 흐름에 필요한 최소한의 전단응력을 나타낸다. 운전인쇄기의 잉크 집이나 몇 종의 고점도 스크린 잉크는 인쇄 기계가 정지 상태에서는 잉크에 응력을 가하지 않았기 때문에 유동을 하지 않는다. 그러나 인쇄 속도가 빨라질수록 어느 시점을 기준으로 하여 유동하기 시작하는데 이 이유는 바로 소성유동을 하기 때문이다.⁶⁾⁷⁾

2-5. 실사 출력

실사출력의 잉크젯 방식은 미세한 노즐에서 분사된 액적입자를 이용하여 직접 상을 만드는 기술로 컬러화가 용이하여 사무실이나 그래픽 아트용, 현수막, 롤스 크린, 배너광고 등에 응용되고 있는데, 노즐의 멀티화가 쉬운 DOD(Drop Or Demand)형과 고속으로 미세입자화를 가능하게 하는 연속분사형으로 대별된다. 이중 DOD형은 사무용 프린터나 CAD용 플로터 등에 응용되고, 연속분사형은 미세한 화상의 고속기록이 요구되는 그래픽 아트의 실사출력기에 응용되고 있다.

이 분야의 기술 또한 1990년대 들어 크게 발전하여 사진에 가까운 컬러화상을 저렴한 가격으로 신속하게 출력할 수 있게 되었다. 특히 기록헤드, 기록잉크, 수상지 등은 물론 화상처리 기술까지 고화질화가 진전되어 해상도는 360dpi에서 720dpi로 향상되고 1441dpi이상의 장치까지 선보였다.

이와 함께 사이안, 마젠타, 엘로우, 블랙, 라이트 사이안, 라이트 마젠타 잉크를 합한 6색 잉크기술이 개발되어 하이라이트 부분의 선명함이 향상되었으며, 망점을 균일하게 분사시키는 화상처리 기술에 의해 부드러움까지 향상됨으로써 사진에 가까운 화질을 얻을 수 있게 되었다.

Figure 2는 장시간 작업하지 않을 경우 잉크가 잉크노즐이 막히게 되므로 강제로 노즐에서 잉크를 배출시키는 헤드 크리닝 시스템이다. 헤드 크리닝에서 나오

게 되는 폐잉크는 폐잉크 수거함에 모아게 된다.

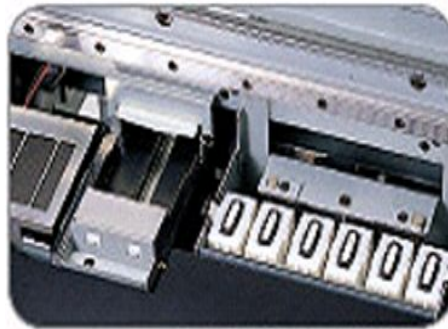


Figure 5. PRO II head cleaning system



3. 실험

3-1. 시 료

3-1-1. 페잉크

본 연구에서는 Figure 3에서 같이 사이안, 마젠타, 옐로우, 블랙, 라이트 사이안, 라이트 마젠타 실사출력용 수성잉크를 실사출력에 사용하면 Figure 4와 같이 헤드 크리닝을 통해 실사출력용 수성잉크가 하나의 통에 합쳐져 있는 페잉크와 유통기한이 지난 페잉크를 수집할 수 있다. 이렇게 모아진 페잉크를 사용하여 재생잉크에 관한 연구하였다.



Figure 6. Digital textile disperse ink (magenta ink)



Figure 7. Waste ink

3-1-1-1. 실사출력용 수성 잉크의 구성 성분

본 연구에서 사용된 실사출력용 수성 잉크의 구성성분은 물질안전보건자료인 MSDS(Material Safety Data Sheets)에 의거하여 다음과 같이 표기하였다.

블랙 잉크의 구성성분은 Table 3, 사이안 잉크의 구성성분은 Table 4, 옐로우 잉크의 구성성분은 Table 5, 마젠타 잉크의 구성성분은 Table 6, 라이트 사이안 잉크의 구성성분은 Table 7, 라이트 마젠타 잉크의 구성성분은 Table 8에 나타나고 있다. 표에서 보는 바와 같이 각 잉크들의 구성성분은 같고 색을 나타내는 염료의 종류가 다르다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Black ink composition information

Ingredients	CAS No.	Contents(%)
Carbon Black	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

Table 4. 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

Table 8. Yellow ink composition information

Ingredients	CAS No.	Contents(%)
Yellow 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

Table 6. Magenta ink composition information

Ingredients	CAS No.	Contents(%)
Magenta 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

Table 7. Light cyan ink composition information

Ingredients	CAS No.	Contents(%)
Light 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

Table 11. Light magenta ink composition information

Ingredients	CAS No.	Contents(%)
Light Magenta 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

3-1-2. 증점제

재생잉크를 만들때 점도조절을 위해 HUNTSMAN사의 LYOPRINT® PTF pigment printing thickener라는 증점제를 사용하였다. Table 9는 MSDS에 의한 LYOPRINT® PTF pigment printing thickener의 구성성분을 나타내고 있다.

Table 9. 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

3-1-3. 바인더

바인더는 잉크속의 염료를 고착시키는 역할을 한다. 인쇄 후 잉크의 뒷문음 방지 및 건조에 관한 실험과 내수성 실험에 사용 되었으며, PT-20제품을 사용하였다. 바인더의 양은 연구를 통해 페인크의 10%를 사용하였다. 바인더 양에 10%가 되는 실험은 건조실험과 내수성실험을 통해 검증하였다. Table 10은 MSDS에 의거한 PT-20의 구성성분을 나타내고 있다.

Table 10. 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

3-2. 실험방법

3-2-1. 폐잉크 이용해 재생 잉크 제조

재생잉크를 만들기 위한 사용되는 시료 중 바인더의 양과 증점제의 양이라는 두 가지 변수가 생기는데 본 연구에서는 바인더의 양은 보통 잉크량의 10%를 사용하기 때문에 10%로 고정하고 증점제 양에 따른 재생잉크를 만들어 실험하였다. 실험을 통해 비교군이 되는 제품화되어 판매되고 있는 스크린인쇄 지류용 용제잉크의 점도에 만족하는 재생잉크의 점도를 연구하고자 함이다. 제품화되어 판매되고 있는 스크린인쇄 지류용 용제잉크를 본 연구에서는 용제잉크로 표현한다. 증점제의 양을 찾은 다음 바인더가 10%가 적합한지에 대한 검증으로 잉크의 내마찰성 실험으로 건조시간과 인쇄 후 내수성실험을 하였다.

Figure 5는 재생잉크를 만드는 과정을 쉽게 설명하기 위해 그림으로 표현한 것이다. 재생잉크를 만들기 위해서는 실사출력의 헤드 크리닝에서 나온 폐잉크와 유통기한이 지난 폐잉크를 준비하였다. 헤드 크리닝에서 나오는 폐잉크는 잉크가 섞여 있는 상태이지만 유통기한이 지난 잉크는 원색 그대로이기 때문에 1:1비율로 섞어 준비하였다. 준비된 폐잉크 200g에 바인더는 잉크량의 10%인 20g으로 고정시키고 증점제의 비율을 폐잉크의 1%부터 0.2%씩 증가하여 4%까지의 넣어서 잉크 16종류를 만들었다.



Figure 8. Manufacturing process method

증점제의 양을 4%까지 실험하게 된 근거는 증점제 양을 4.2%로 넣을 경우 Figure 6과 같이 잉크의 겔현상이 일어나기 때문에 증점제 양을 4%까지만 실험하게 되었다.

이때 바인더량은 실험을 통해 잉크가 피인쇄체에 고착되어 잉크문음이 없어지는 최소의 양이 페잉크 량의 10%가 되기 때문에 바인더 양은 페잉크 량의 10%로 고정하였다.



Figure 9. Thickener agent
4.5% of recycle ink

재생잉크 제조 시 페잉크와 바인더를 Figure 7의 잉크교반기를 통해 1시간 교반 후, 증점제는 투입하는데 이 때 증점제가 한꺼번에 들어가면 겔 현상이 생기기 때문에 3번씩 나눠 넣었으며, 증점제를 넣고 1시간 동안 잉크교반기로 교반하여 잘 섞이도록 하였다. 그러면 재생잉크가 완성이 된다.

하지만 바인더와 증점제에 따른 재생잉크의 안정화를 위해 재생잉크를 만든 후 24시간 정도의 안정화를 가진 뒤 인쇄를 하였다.

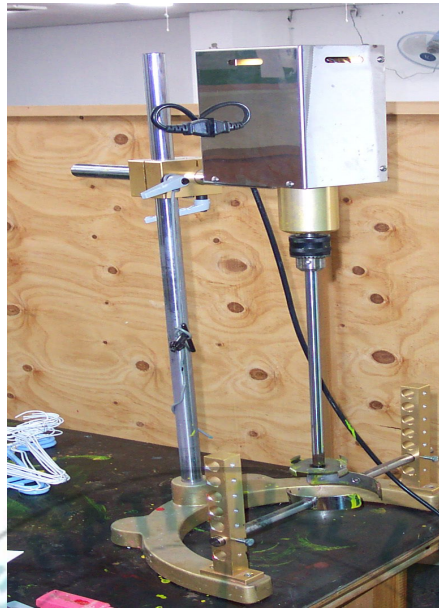


Figure 10. Ink mixer

Table 11는 페잉크 양을 200g으로 고정하고 바인더의 양도 페잉크의 양의 10%인 20g으로 고정한 뒤 증점제의 양을 1%~4%까지 변화를 통해 만든 16개의 재생잉크에 대하여 정리한 표이다. 증점제의 변화에 따른 재생잉크를 만들고 실험을 통해 비교군이 용제잉크의 적성을 찾고자 하였다.

Table 11. Waste ink of thickening agent mixing ratio

	Waste ink	Binder	Thickening agent
recycle ink(1)	200g	20g	2.0g(1.0%)
recycle ink(2)	200g	20g	2.4g(1.2%)
recycle ink(3)	200g	20g	2.8g(1.4%)
recycle ink(4)	200g	20g	3.2g(1.6%)
recycle ink(5)	200g	20g	3.6g(1.8%)
recycle ink(6)	200g	20g	4.0g(2.0%)
recycle ink(7)	200g	20g	4.4g(2.2%)
recycle ink(8)	200g	20g	4.8g(2.4%)
recycle ink(9)	200g	20g	5.2g(2.6%)
recycle ink(10)	200g	20g	5.6g(2.8%)
recycle ink(11)	200g	20g	6.0g(3.0%)
recycle ink(12)	200g	20g	6.4g(3.2%)
recycle ink(13)	200g	20g	6.8g(3.4%)
recycle ink(14)	200g	20g	7.2g(3.6%)
recycle ink(15)	200g	20g	7.6g(3.8%)
recycle ink(16)	200g	20g	8.0g(4.0%)

3-2-2. 반자동 평판스크린인쇄

본 연구에서는 폴리에스테르 스크린사 200메시로 스크린틀을 만들고 Figure 8과 같이 반자동 평판인쇄기(대영시스템의 DY450)에 제조된 페잉크를 이용해 종이, 면섬유, 매트레이저필름 피인쇄체에 각 솔리드(solid) 면으로 30장 스크린인쇄하였다. 이때 재생잉크의 비교 군으로 용제잉크와 날염용 수성잉크를 같이 인쇄하였다. 본 연구에서는 피인쇄체 종이에 대한 연구가 목적이지만 피인쇄체의 다양한 적용의 가능성을 알아보고자 면섬유와 매트레이저필름에도 인쇄를 하였다.

그리고 비교군으로 용제잉크 뿐만 아니라 날염용 수성잉크를 사용한 것은 판세척 실험 시 용제잉크와 수성잉크의 직접 비교가 어렵기 때문에 날염용 수성잉크와 비교하기 위해 비교군으로 날염용 수성잉크를 사용하였다.



Figure 11. Semi-automatic flat screen print (DY450)

3-2-3. 건조

건조는 종이의 경우는 인쇄 후 Figure 9의 자연건조대에서 자연 건조하여 지름 9cm의 정사각형 200g/m² 백색 쉐트지로 1분마다 10분까지 마찰하여 묻음이 일어나는지 알아보는 것으로 건조실험을 하였다.

면섬유와 매트레이저 필름 역시 우선은 종이의 건조실험과 같은 방법으로 인쇄 후 자연 건조하여 지름 9cm의 정사각형 200g/m² 백색 쉐트지로 10분마다 50분까지 마찰하여 묻음이 일어나는지 알아보았다.

하지만 매트레이저 필름의 경우 자연 상태에서 건조시간이 많이 걸려서 자연 건조 방식이 아닌 열 건조 방식으로 실험을 하였다. 면섬유의 경우도 섬유에서 완전건조와 세척 시 잉크 묻어남을 방지하기 위해서는 첨가제가 필요함을 알 수 있었다.

매트레이저 필름의 경우 자연건조로 건조가 어려웠기 때문에 Figure 10의 열 오븐기를 통해 온도에 따른 열 건조 방식을 실험하였는데 100~140℃까지 온도 변화에 따른 매트레이저 필름에서 재생잉크의 건조 상태를 알아보았다.



Figure 12. Drying rack



Figure 13. Box oven dryer

3-2-4. 인쇄 후 판상의 잉크 세척 실험

인쇄 후 스크린인쇄 판에서 잉크를 걷어낸 후 흐르는 수돗물에 용제잉크와 날염용 수성잉크, 재생잉크로 인쇄된 판을 5분간 두면서 1분씩 판의 세척상태를 관찰하여 잉크가 판에서 분리되는 판 세척 정도를 알아보았다.

3-2-5. 인쇄물의 내수성 실험

용제잉크와 날염용 수성잉크, 재생잉크로 인쇄된 인쇄물 자연 상태에서 24시간을 둔 뒤 완전 건조 상태로 만든다. 그 인쇄물을 깨끗한 물 5ℓ에 5분간 담귀 잉크가 물에 견딜 수 있는 내수성 실험을 하였다.

3-3. 측정 및 분석

3-3-1. 재생잉크의 점도측정

재생잉크는 바인더양은 고정으로 하고 증점제의 양에 따라 재생잉크를 16개 만든 뒤 재생잉크 16개의 점도를 측정하여 비교군인 용제잉크의 적성과 유사한 것을 찾기 위해 연구하였다. 이 때 점도측정을 하기 위해서 Figure 11의 HAAKE사의 RheoStress1(Germany)를 사용하였으며, 시료대는 직경이 35mm의 평행판이고 측정온도는 25℃로 하였다.

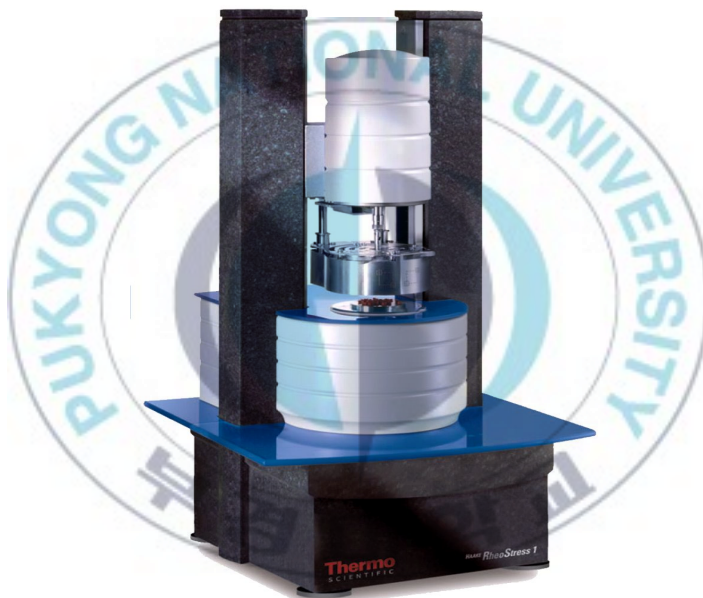


Figure 14. HAAKE RheoStress1

비교군이 되는 용제잉크의 점도값은 물질안전보건자료인 MSDS에 의하면 25℃에서 2,000~3,000cps를 가지는데 이에 대한 검증으로 점도 측정 시 용제잉크의 점도도 같이 측정하였다.

점도는 0~100rpm의 점도값의 평균값으로 구하였으며, 그 결과 비교군인 용제잉크의 점도는 2,700cps가 됨을 알 수 있었다. 증점제 양을 달리한 16개의 재생잉크 중 1.4%에서 재생잉크의 점도는 1,100cps 이고, 1.6%로 제조된 재생잉크의

점도가 3,200cps이며, 1.8% 일 때 4,200cps로 용제잉크의 점도와 가장 유사한 재생잉크는 증점제 양이 1.6%일 때임을 알 수 있었다. 그래서 본 연구에서는 바인더 10%, 증점제 1.6%로 만든 재생잉크로 스크린인쇄를 하여 연구 하였다.

이는 적절한 유동성을 가지기 때문에 스크린인쇄를 할 때 판상에서는 잉크의 판 빠짐이 좋아 작성성이 좋으며, 인쇄 후 피인쇄체에서는 잉크가 흐르지 않는 상태가 됨을 알 수 있었다.

3-3-2. 인쇄물의 인쇄적성

인쇄된 인쇄물의 흑화정도를 알아보기 위해서 Figure 12의 X-rite 반사농도계를 이용하여 인쇄물의 반사농도를 측정하였다. 백색기준면에 종이, 면섬유, 매트레이저 필름의 각 피인쇄체에 솔리드(solid)면으로 인쇄된 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크의 반사농도를 10번 측정하여 평균값을 반사농도의 값으로 정하였다.



Figure 15. Reflection densitometer x-rite 500

4. 결과 및 고찰

4-1. 재생잉크의 점도

페잉크 자체가 수성잉크로 점도가 낮은 형태였기에 스크린인쇄 작업하기에 좋은 최적의 점도를 맞추는 것이 필요하였다. 기준이 되는 용제잉크의 점도는 MSDS에 의하면 25℃에서 2,000~3,000cps의 값이었고 이를 확인해보기 위해 용제잉크를 25℃에서 HAAKE사의 RheoStress1(Germany)를 사용하여 점도를 측정하여 0~100rpm의 점도 값의 평균값을 구해 점도 값을 구하였다. 그 결과 용제잉크의 점도 값은 2,700cps임을 알 수 있었다. 그래서 증점제에 따른 재생잉크를 만들어 점도를 이와 같이 측정하여 가장 유사한 점도를 가지는 재생잉크를 찾고자 연구하였다.

이와 같은 점도 값을 가지는 잉크를 만들기 위해 페잉크 량과 바인더 양은 고정시키고 증점제 양은 페잉크의 2%~4%까지 변화를 주어 재생잉크를 16개 만들고 점도를 측정할 때 0~100rpm의 점도 값의 평균값을 구해 점도 값을 구하였다. Figure 13은 증점제에 따른 재생잉크 16개와 용제잉크의 점도의 변화를 그래프로 보여주고 있다.

실험을 통해 평균점도를 구한 결과 페잉크 량의 1.4%의 증점제로 만든 재생잉크의 점도는 1,100cps 이고, 1.6%로 제조된 재생잉크의 점도가 3,200cps이며, 1.8% 일 때 4,200cps로 용제잉크의 점도와 가장 유사한 재생잉크는 증점제 양이 1.6%일 때임을 알 수 있었다.

본 연구에서 사용한 재생잉크는 바인더양이 페잉크의 10%, 증점제 양이 1.6%로 만들어진 잉크를 사용하게 되었다.

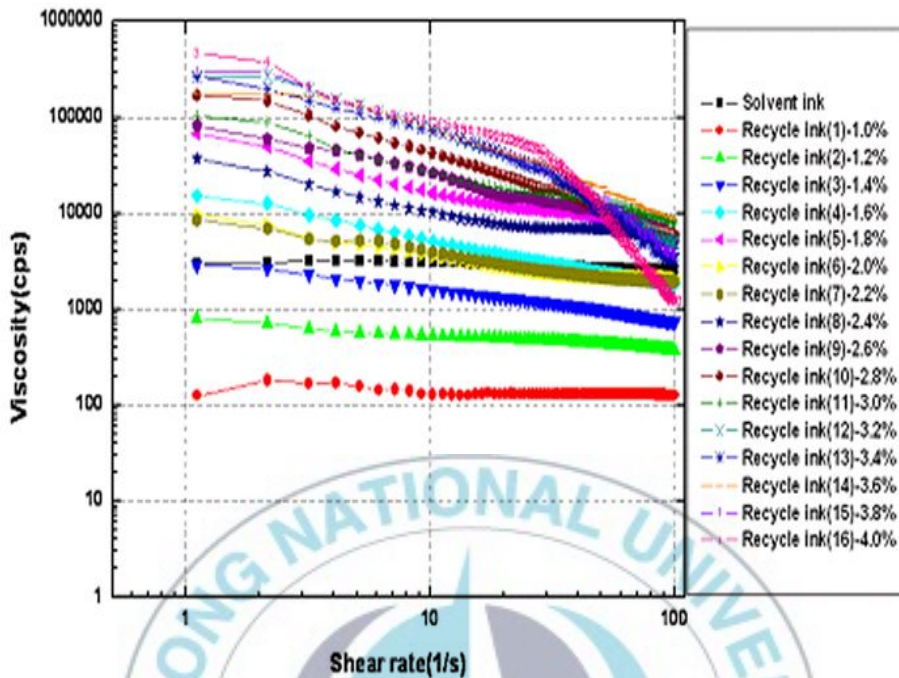


Figure 16. Viscosity of recycle ink

이는 스크린인쇄 작업 시 관상에서 관빠짐이 잘되어 막힘 현상 없이 인쇄 할 수 있고, 스크린사를 통과 후 피인쇄체에서는 흐르지 않는 형태이고 건조 시 빠른 시간에 건조할 수 있는 상태로 스크린인쇄 작업하기 좋은 상태임을 알 수 있었다.

4-2. 재생잉크의 인쇄적성

종이와 섬유, 매트레이저 필름의 각 피인쇄체의 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크를 이용하여 솔리드 인쇄를 한 뒤 백색면 위에서 10번의 반사농도를 측정하여 평균값을 구한 반사농도 값을 표로 나타내었다.

Table 12는 피인쇄체 종이에서의 반사농도 값을 나타내는 것으로 재생잉크가 1.47, 날염용 수성잉크가 1.30, 용제잉크가 1.37로 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크의 순으로 높은 반사농도 값을 가짐을 알 수 있었다.

또, Table 13은 피인쇄체 면섬유에서의 반사농도 값을 나타내는 것으로 재생잉크가 1.42, 날염용 수성잉크가 1.27, 용제잉크가 1.29로 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크의 순으로 높은 반사농도 값을 가짐을 알 수 있었다.

마지막으로 Table 14는 피인쇄체 매트레이저 필름에서의 반사농도 값을 나타내는 것으로 재생잉크가 1.66, 날염용 수성잉크가 1.25, 용제잉크가 1.36로 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크의 순으로 높은 반사농도 값을 가짐을 알 수 있었다.

Table 12. Reflection density of paper

Ink type	Reflection density
Recycle ink	1.47
Solvent ink	1.30
Textile water ink	1.37

Table 13. Reflection density of cotton textile

Ink type	Reflection density
Recycle ink	1.42
Solvent ink	1.27
Textile water ink	1.29

Table 14. Reflection density of matter laser film

Ink type	Reflection density
Recycle ink	1.66
Solvent ink	1.25
Textile water ink	1.36

이는 재생잉크가 피인쇄체 종이, 면섬유, 매트레이저 필름에서 비교군이 되는 용제잉크의 반사농도 값보다 높기 때문에 흑화(darkness)정도가 우수함을 알 수 있었다.

그 결과 스크린인쇄 작업 시 용제잉크를 대체하여 재생잉크를 사용해도 적합함을 알 수 있었다.

4-3. 인쇄물을 150배 확대 후 이미지의 히스토그램 및 색의 정보

Figure 14는 피인쇄체 종이에서 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크를 솔리드 인쇄한 결과물을 150배 확대한 그림이고, Figure 15는 면섬유에서 Figure 16은 매트레이저 필름에서의 인쇄 결과물을 150배 확대한 것이다. 이렇게 확대된 이미지를 이용하여 포토샵의 히스토그램과 인포메이션을 이용하여 이미지의 어두운 정도를 알아보았다.

Figure 17은 종이에서 인쇄물을 150배 확대하여 히스토그램과 인포메이션의 결과 값을 나타내고, Figure 18은 면섬유에서의 히스토그램과 인포메이션의 결과 값을 나타내며, Figure 19는 매트레이저 필름에서 히스토그램과 인포메이션의 결과 값을 나타내었다.

인포메이션을 통한 인쇄적성을 실험할 때에는 인쇄물을 150배 확대한 이미지를 육안을 보았을 때, 가장 어두운 곳을 측정하여 그 곳의 검정색의 값을 알아보았다.



Figure 17. Printing result 150%
magnifying(paper)

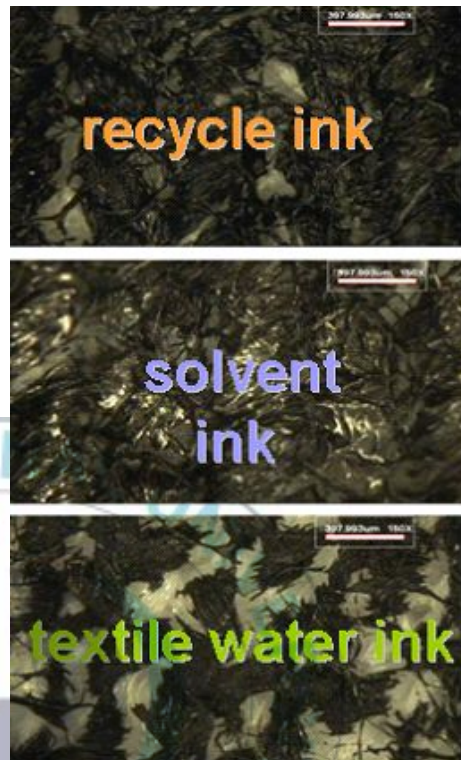


Figure 18. Printing result 150%
magnifying(cotton textile)

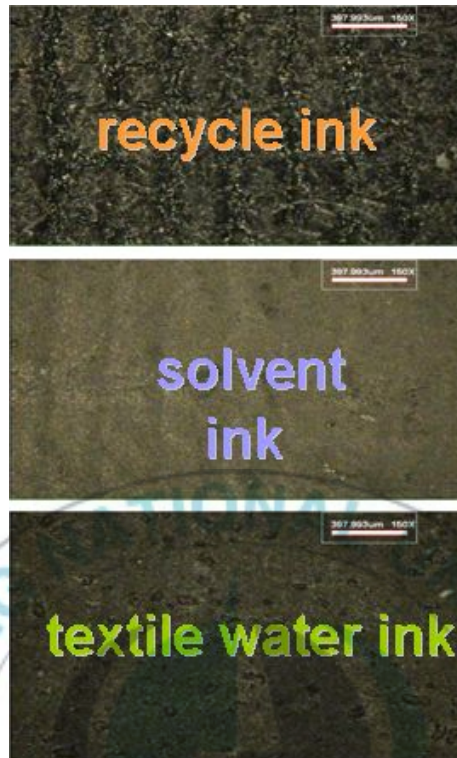


Figure 19. Printing result 150% magnifying(matter laser film)

그 결과 Figure 17의 종이일 때 인포메이션에서 k값은 재생잉크가 80, 용제잉크가 44, 날염용 수성잉크가 62로 재생잉크, 날염용 수성잉크, 용제잉크 순서로 K값이 높음을 알 수 있었다.

또 Figure 18의 면섬유에서의 인포메이션의 k값은 재생잉크가 83, 용제잉크가 72, 날염용 수성잉크가 63으로 재생잉크, 날염용 수성잉크, 용제잉크 순서로 K값이 높음을 알 수 있었다.

마지막으로 Figure 19의 매트레이저 필름에서의 인포메이션의 k값은 재생잉크가 82, 용제잉크가 32, 날염용 수성잉크가 52로 재생잉크, 날염용 수성잉크, 용제잉크 순서로 K값이 높음을 알 수 있었다.

이는 인포메이션으로 알아본 K값은 종이, 면섬유, 매트레이저 필름 모두 재생 잉크, 날염용 수성잉크, 용제잉크 순서로 K값이 높음을 알 수 있었고 이는 반사 농도의 값과 순서가 일치함을 알 수 있었다.

포토샵에서 히스토그램 경우 세로축은 각 픽셀의 총합이 되고, 가로축은 각 채널의 레벨 값이 된다. 각 채널의 레벨 값이 합해져 있기 때문에 색조범위(tone range)을 나타낸다. 히스토그램의 그래프가 왼쪽에 있으면 새도우(shadow) 이미지, 중간에 있으면 미들톤(middler tone) 이미지, 오른쪽에 있으면 하이라이트(hight light) 이미지를 나타낸다.

Figure 17의 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크의 히스토그램을 비교해 보면 재생잉크의 히스토그램이 왼쪽으로 치우쳐져 있음을 알 수 있었다. 이는 종이의 피인쇄체에서 150배 확대한 이미지는 재생잉크로 인쇄한 이미지가 어두운 이미지임을 알 수 있었다.

또 Figure 18을 통해 면섬유에서 3잉크의 히스토그램을 통해 재생잉크의 이미지가 어두움을 알 수 있었고, Figure 19에서 매트레이저 필름에서의 3잉크의 히스토그램을 통해 재생잉크의 이미지가 어두움을 알 수 있었다.

이처럼 Figure 17~Figure 19의 히스토그램이 통해 재생잉크의 히스토그램이 왼쪽으로 치우쳐져 있음을 알 수 있다. 이는 재생잉크로 인쇄한 결과물을 확대한 이미지가 비교군 잉크와 비교했을 때 어두운 이미지를 나타낸다는 것을 알 수 있었다.

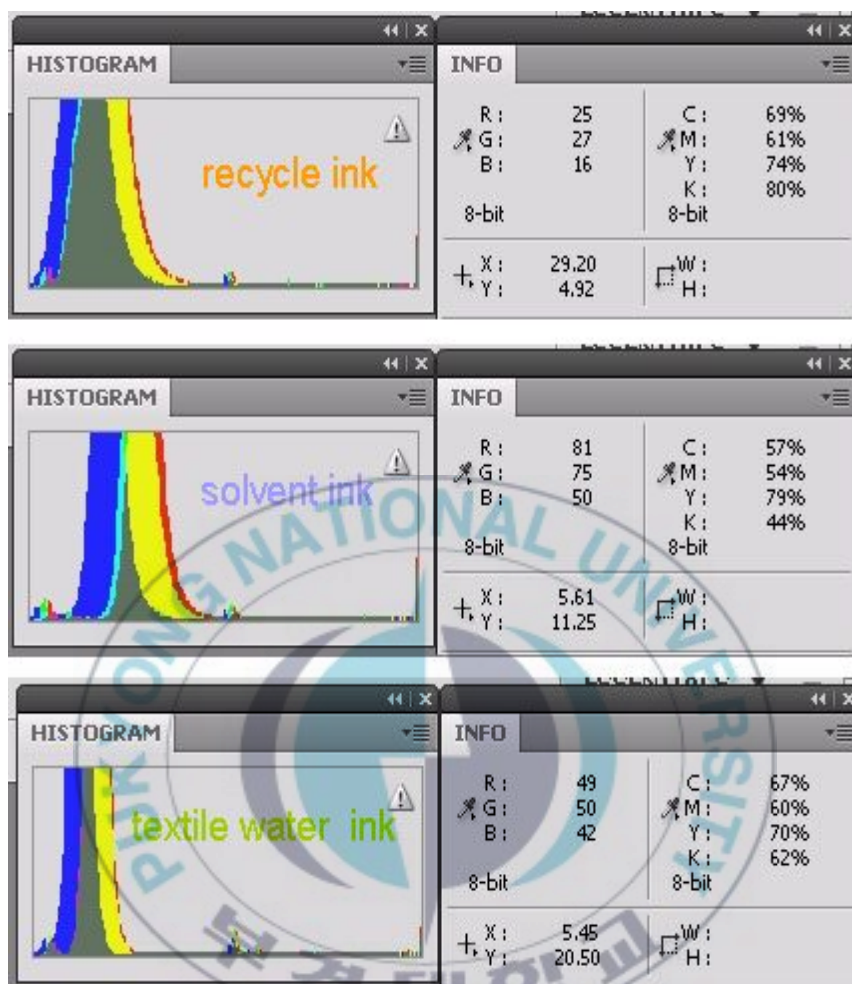


Figure 20. Printing result histogram analysis after 150% magnifying(paper)

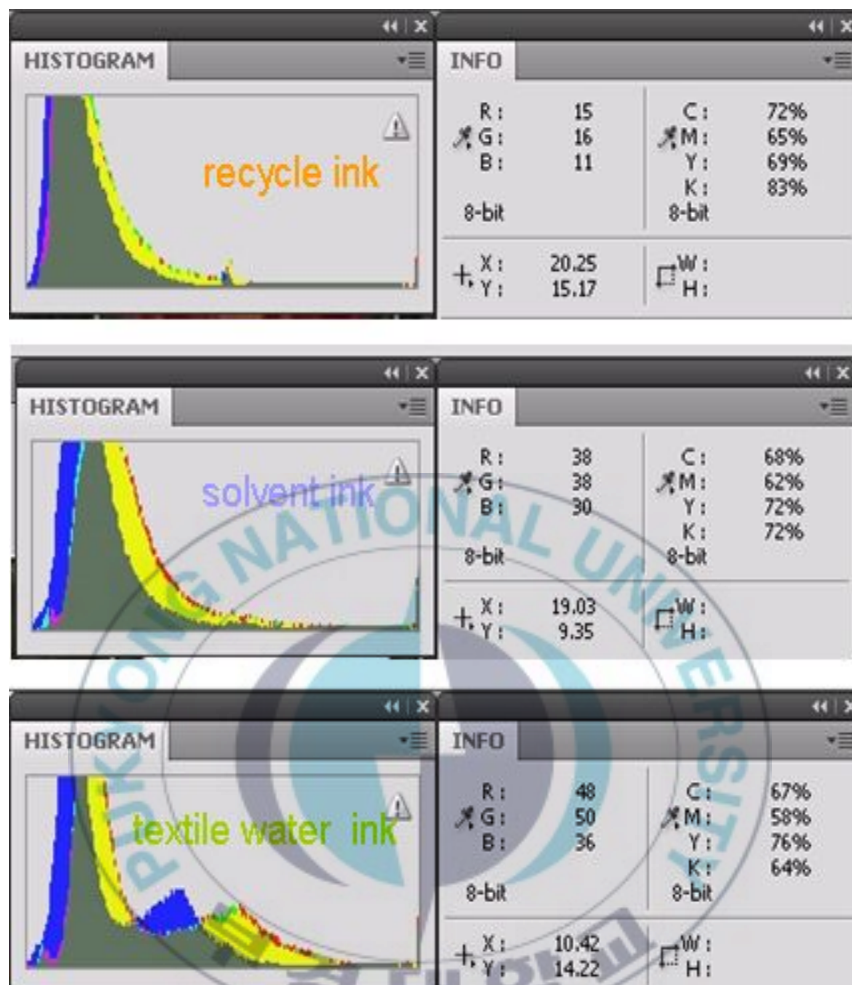


Figure 21. Printing result histogram analysis after 150% magnifying(cotton textile)

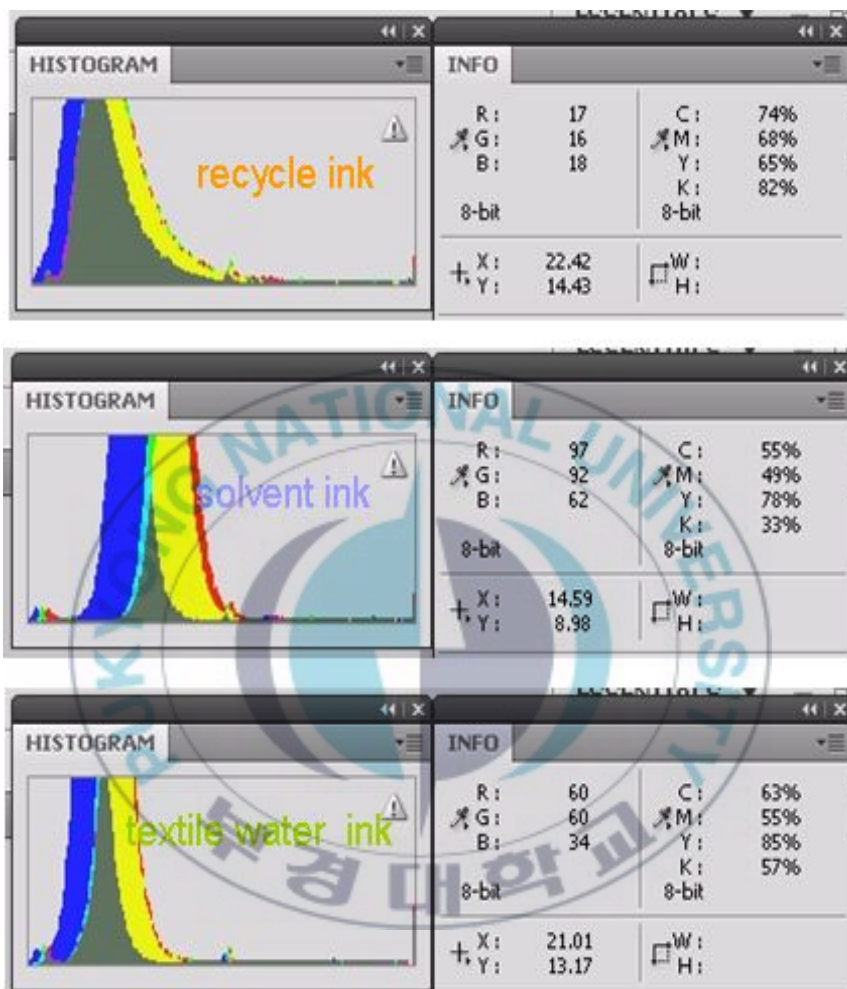


Figure 22. Printing result histogram analysis after 150% magnifying(matter laser film)

4-4. 건조실험

4-4-1. 자연건조

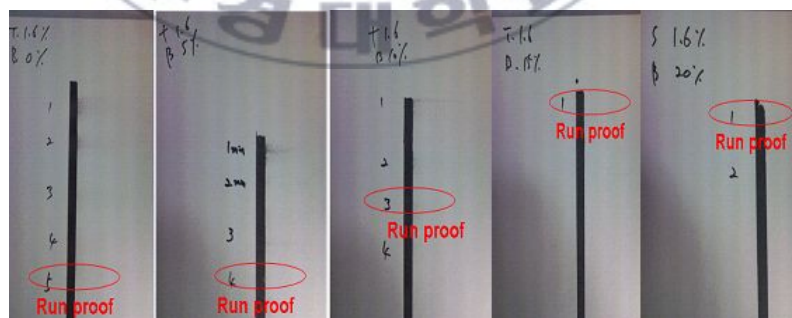
4-4-1-1. 바인더 양에 따른 건조

증점제의 양을 1.6%로 고정하고 바인더의 양을 0~20%까지 5%씩 증가시켜 재생잉크 5개를 만들었다. 그리고 인쇄 후 자연건조상태에서 지름 9cm의 정사각형 200g/m² 백색 켄트지로 1분마다 10분까지 마찰하여 묻음이 일어나는지 알아보는 것으로 건조실험을 하였다.

건조실험을 한 결과 Figure 20과 같이 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.

Table 15는 바인더의 양에 따른 재생잉크의 건조시간을 정리한 표로 O의 경우 건조가 일어나지 않아 잉크가 묻어남을 의미하고 X의 경우 잉크가 묻어나지 않아 완전 건조된 상태를 나타내고 있다.

이 실험으로 바인더의 양이 0%일 때 자연건조 시간이 5분이기 때문에 작업상에는 문제가 없으며 바인더의 양이 15%이상이 되면 건조시간이 1분으로 너무 빨라 판상에서 판막힘이 일어날 수 있기 때문에 바인더의 양을 15%이하로 해야 함을 알 수 있었다.



thickener	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%
binder	0%	5%	10%	15%	20%

Figure 20. Ink spread of paper by binder ratio

Table 18. Ink spread of paper by binder ratio

binder ratio time(min)	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
1	X	X	X	O	O
2	X	X	X	O	O
3	X	X	O	O	O
4	X	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O
10	O	O	O	O	O

4-4-1-2. 잉크별 종이에서 자연건조

피인쇄체 종이에서 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크를 가지고 앞의 바인더 양에 따른 건조 실험과 같은 방법으로 인쇄 후 자연건조상태에서 지름 9cm의 정사각형 200g/m² 백색 쉐트지로 1분마다 10분까지 마찰하여 묻음이 일어나는지 알아보는 것으로 건조실험을 하였다.

건조실험 결과 Figure 21과 같이 재생잉크의 경우 자연건조시간이 3분, 용제잉크의 경우 5분, 수성용 날염잉크의 경우 6분으로 재생잉크의 건조시간이 빠름을 알 수 있었다.

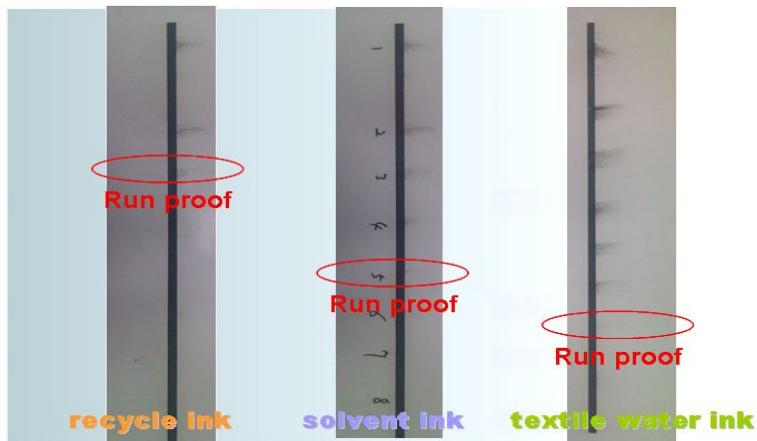


Figure 24. Ink spread of paper (binder 10%, thickener 1.6%)

4-4-1-3. 매트레이저 필름

피인쇄체 매트레이저 필름에서 건조 실험을 한 결과 Table 16과 같은 결과를 알게 되었다. O의 경우 건조가 일어나지 않아 잉크가 묻어남을 의미하고 X의 경우 잉크가 묻어나지 않아 완전 건조된 상태를 나타내고 있다.

Table 16에서와 같이 재생잉크의 경우 50분이 지나도 자연건조가 일어나지 않았고 용제잉크는 30분, 날염용 수성잉크는 50분에서 자연건조가 일어남을 알 수 있었다. 이에 자연건조로 매트레이저 필름에서 재생잉크의 건조가 어렵다고 판단하여 건조 방식을 열 건조 방식으로 바꾸어 실험을 하였다.

Table 19. Ink spread of matter laser film (O : runproof, X : spread)

ink type time(min)	Recycle ink	Solvent ink	Textile water ink
10	X	X	X
20	X	X	X
30	X	O	X
40	X	O	X
50	X	O	O

4-4-2. 매트레이저 필름의 열 건조

자연건조 방식으로 매트레이저 필름에서 재생잉크의 건조시간이 많이 걸리기 때문에 열 건조 방식으로 바꾸어 온도에 따른 건조 상태를 실험하였다.

그 결과를 나타내고 있는 Table 17에서 보는 바와 같이 O의 경우 건조가 일어나지 않아 잉크가 묻어남을 의미하고 X의 경우 잉크가 묻어나지 않아 완전 건조된 상태를 나타내었다. 용제잉크와 날염용 수성잉크의 경우 자연건조가 일어나기 때문에 온도가 100℃만 되어도 완전 건조 상태가 되었고, 재생잉크의 경우 120℃가 되어야 완전 건조 상태가 됨을 알 수 있었다.

Table 20. Ink spread of matter laser film by temperature

(O : runproof, X : spread)

Ink type Temperature(℃)	Recycle ink	Solvent ink	Textile water ink
100	X	O	O
110	X	O	O
120	O	O	O
130	O	O	O
140	O	O	O

4-5. 인쇄 후 판상의 잉크 세척 실험

인쇄 후 판상에서 물로 세척 시 잉크가 얼마나 스크린인쇄판에서 잘 분리되는지에 대한 실험으로 판 세척 실험을 하였다. 비교군이 되는 용제잉크의 경우 물로는 세척이 안 되고 용제를 사용해야 하기에 객관적인 비교가 어려워 날염용 수성잉크를 비교군으로 하여 세척실험을 하였다.

스크린인쇄 작업 후 잉크를 제거하고 흐르는 수돗물에 스크린 판을 세척하면서 1분씩 5분간 판 세척 정도를 관찰하였다. Table 18은 시간에 따른 잉크별 판 세척 정도를 표로 나타낸 것으로 O의 경우 세척이 일어난 것이고 X는 판에 잉크가 남아 있는 상태를 나타내고 있다. Table 18에서 보는 바와 같이 재생잉크의

경우 1분에서 완전세척이 일어났고, 용제잉크의 경우 용제로 세척해야하기 때문에 물로는 수세가 되지 않았으며, 날염용 수성잉크의 경우 4분이 지나면 세척이 되지만 완전한 세척을 위해서는 브러쉬나 에어브러쉬를 이용해 세척해야 함을 알 수 있었다.

Table 21. Screen silk clean by ink type (O : clean , X : not clean)

Ink type Time(min)	Recycle ink	Solvent ink	Textile water ink
1	O	X	X
2	O	X	X
3	O	X	X
4	O	X	O
5	O	X	O

Figure 22는 흐르는 수돗물에 1분간 스크린 판을 둔 다음 촬영한 사진으로 재생잉크의 경우 판이 완전 세척되었지만 날염용 수성잉크의 경우는 완전세척 되지 않음을 알 수 있다.

용제잉크의 경우 용제를 이용해 세척작업을 하면 판이 완전 세척되기 위해서 3분간 판을 세척해야 깨끗해지기 때문에 세척시간으로 비교 해보았을 경우에도 재생잉크의 세척시간이 빠름을 알 수 있었다.

이와 같은 실험을 통해서 재생잉크를 사용하면 인쇄 후 판 세척 시 제를 사용하지 않고 물을 사용하기 때문에 친환경적이고 빠른 시간에 세척이 가능하기 때문에 시간 절약이 되며, 판의 깨끗하게 세척되기 때문에 판의 재사용이 가능해져 경제적이라고 것을 알 수 있었다.

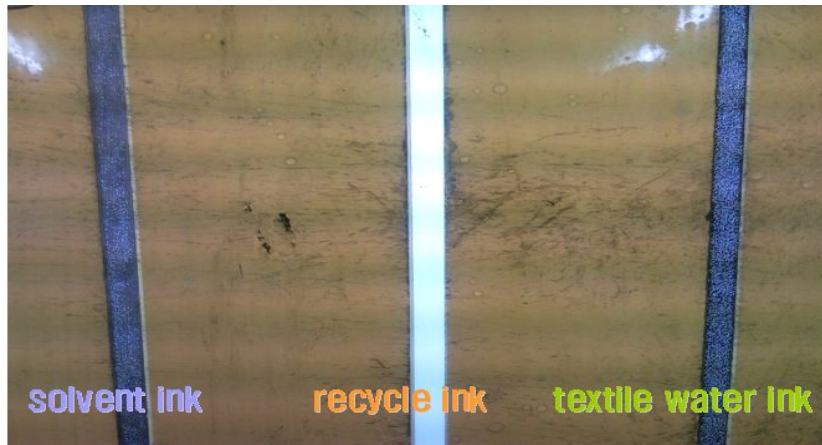


Figure 25. Water used clean screen silk

4-6. 인쇄물의 내수성 실험

4-6-1. 바인더양에 따른 인쇄물의 내수성 실험

증점제의 양을 1.6%로 고정하고 바인더의 양을 0~20%까지 5%씩 증가시켜 잉크를 만들어 인쇄 한 후 완전 건조를 위해 24시간을 자연 상태에서 건조하였다. 그리고 완전건조가 된 상태에서 5ℓ의 물이 든 버킷에 인쇄물을 넣고 5분간 지난 뒤 꺼내 잉크의 번짐을 육안으로 확인하여 인쇄물의 내수성을 실험하였다.

그 결과 Figure 23과 같이 바인더의 양이 0%, 5%일 때는 잉크의 번짐이 있었지만, 10% 이상에서는 잉크의 번짐이 없고 내수성이 우수함을 알 수 있었다. 그래서 바인더의 양은 10% 이상 넣어야 인쇄 후 내수성이 있기 때문에 바인더의 양을 10% 이상 넣어야 함을 알 수 있었다.

건조실험에서는 바인더의 양이 15% 이하가 되어야 판상에서 건조가 일어남을 방지 할 수 있고 인쇄물의 내수성 실험으로 인해 바인더의 양은 10% 이상을 해야 함을 알 수 있었다. 건조실험과 내수성 실험으로 인해 바인더의 양은 10%로 고정하는 것이 적당하다는 것을 알 수 있었다.

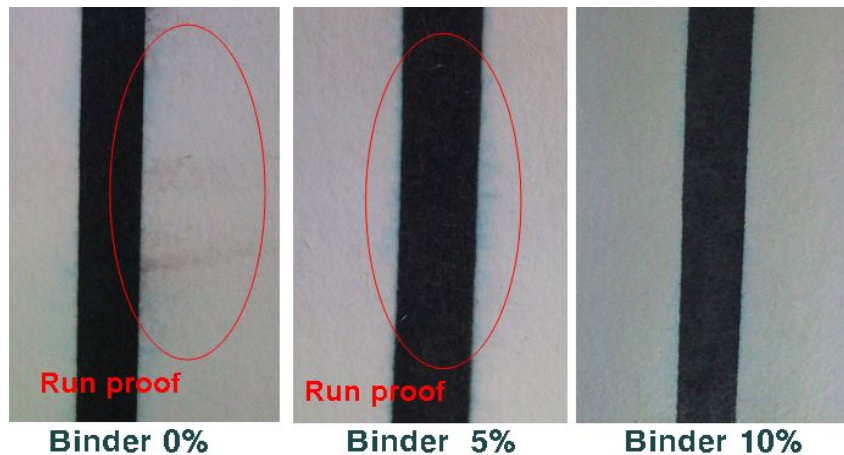


Figure 26. Water-resisting qualities of print by binder ratio.

4-6-2. 비교잉크별 인쇄물의 내수성 실험

바인더의 양은 10%, 증점제의 양은 1.6%로 만들어진 재생잉크와 비교군인 용제잉크, 날염용 수성잉크의 내수성실험을 통해 잉크별 내수성정도를 알아보는 실험을 하였다. 잉크별로 인쇄 한 후 완전 건조를 위해 24시간을 자연 상태에서 건조하였다. 그리고 완전건조가 된 상태에서 5ℓ의 물이 든 버킷에 인쇄물을 넣고 5분간 지난 뒤 꺼내 잉크의 번짐을 육안으로 확인하여 인쇄물의 내수성을 실험하였다.

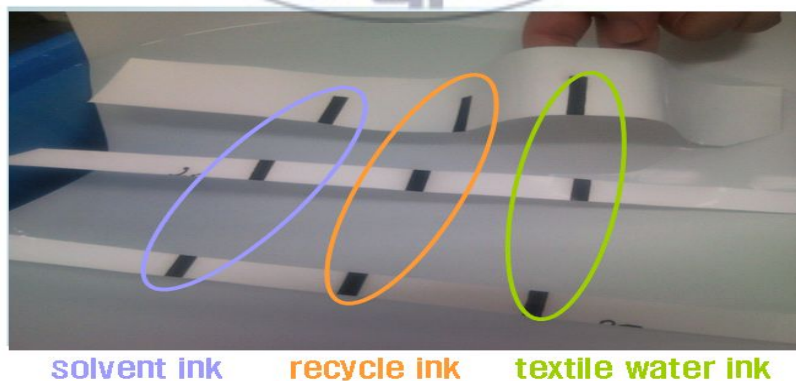


Figure 27. Water-resisting qualities of screen printed result
(recycle ink : binder 10%, thickener 1.6%)

그 결과 Figure 24에서 보는 바와 같이 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크 모두 완전 건조 후에는 잉크의 번짐이 확인 되지 않아 내수성이 우수함을 알 수 있었다.

Table 19는 재생잉크, 용제잉크, 날염용 수성잉크의 내수성실험 한 결과를 정리한 것으로 O는 잉크가 번져 내수성이 없음을 나타내고, X는 잉크의 번짐이 없음을 나타내어 내수성이 우수함을 나타내고 있다.

Table 22. Water-resisting qualities of print (X : runproof)

Ink type Time(min)	Recycle ink	Solvent ink	Textile water ink
1	X	X	X
2	X	X	X
3	X	X	X
4	X	X	X
5	X	X	X
6	X	X	X
7	X	X	X
8	X	X	X
9	X	X	X
10	X	X	X

4-7. 재생잉크를 이용한 인쇄물의 인쇄적성

4-7-1. 망점재현

검정색 0%~100%까지 5%씩 증가하는 21개의 패치를 만들고 포토샵에서 800dpi로 45선으로 스크린인쇄 각도를90°로 하여 사각형 망점을 만들어 재생잉크로 인쇄한 결과가 Figure 25에서 나타나고 있다. Figure 25에서 보는 것과 같이

망점은 0%~100%까지 재현이 되어 재생잉크의 망점재현이 우수함을 알 수 있었다.

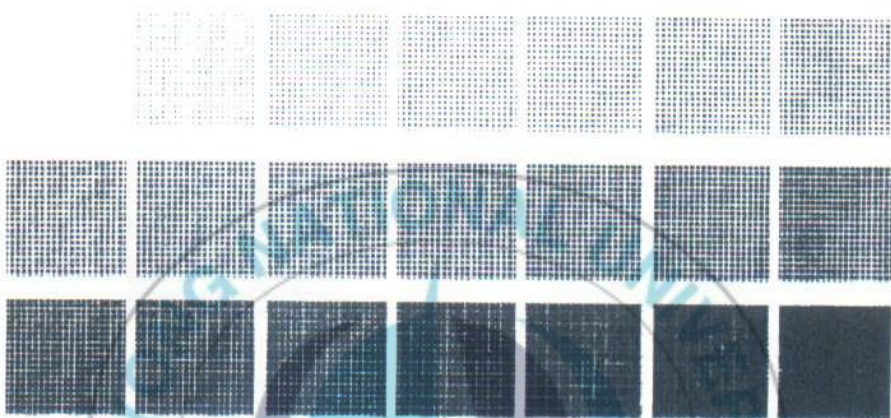


Figure 28. 45 lpi square halftone patch

4-7-2. 재생잉크를 이용한 스크린인쇄 응용작품

재생잉크를 이용하여 Figure 26의 섬유인쇄와 Figure 27의 크리스마스 카드인쇄의 스크린인쇄 응용작품 만들어 보았다. 이를 통해 재생잉크를 이용하여 실제 스크린인쇄 작업 및 응용제품을 만들 수 있음을 알게 되었다.



Figure 29. Textile print



Figure 30. Christmas card print

5. 결 론

실사출력용 수성 페인크를 증점제 및 바인더의 혼합비율을 연구하여 재생잉크를 만든 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 25℃에서 점도를 측정한 결과 증점제의 양이 1.6%, 바인더 양이 10% 일 때 3,200cps로 용제잉크의 점도 2,700cps와 유사함을 알 수 있었다.
- 2) 피인쇄체에 따른 솔리드 반사농도 값을 측정한 결과 종이에서는 재생잉크 1.47, 날염용 수성잉크 1.37, 용제잉크 1.30으로 재생잉크의 반사농도 값이 높음을 알 수 있었고, 또 면섬유에서 반사농도 값은 재생잉크 1.42, 날염용 수성잉크 1.29, 용제잉크 1.27로 재생잉크의 반사농도 값이 높음을 알 수 있었고, 매트레이저 필름에서 반사농도 값이 재생잉크 1.66, 날염용 수성잉크 1.36, 용제잉크 1.25로 재생잉크의 반사농도 값이 높음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과로 재생잉크의 반사농도 값이 비교군 잉크의 값보다 높기 때문에 흑화정도가 우수함을 알 수 있었다.
- 3) 재생잉크로 인쇄한 인쇄물을 150배 확대하여 포토샵을 사용하여 히스토그램과 인포메이션의 K값을 통해 이미지의 어두운 정도를 알아보았다. 인포메이션을 통한 K값의 경우 종이에서는 재생잉크가 80, 용제잉크가 44, 날염용 수성잉크가 62이고, 면섬유에서는 재생잉크가 83, 용제잉크가 72, 날염용 수성잉크가 63이었으며, 매트레이저 필름에서는 재생잉크가 82, 용제잉크가 32, 날염용 수성잉크가 52로 재생잉크, 날염용 수성잉크, 용제잉크 순서로 K값이 높음을 알 수 있었다. 히스토그램 역시 3개의 피인쇄체 모두에서 재생잉크의 히스토그램 그래프가 왼쪽으로 치우쳐져 있음을 확일 할 수 있었다. 히스토그램과 인포메이션의 K값을 통하여 재생잉크로 인쇄한 인쇄물을 150배 확대한 이미지가 가장 어두움을 알 수 있었다.

- 4) 재생잉크로 종이에 인쇄했을 경우 인쇄 후 3분이면 자연건조 상태에서 완전건조가 일어남을 알 수 있었다.
- 5) 재생잉크로 매트레이저 필름에 인쇄할 경우 120℃ 이상의 열을 주면 완전건조가 일어남을 알 수 있었다.
- 6) 스크린 판 세척 시 물로 세척을 하였을 경우 재생잉크는 1분에서 완전 세척이 일어났지만 날염용 수성잉크의 경우는 브러쉬나 에어브러쉬를 사용하여 4분이 되면 완전세척이 일어나기 때문에 재생잉크의 판세척력이 우수함을 알 수 있었다. 그리고 용제를 사용하는 용제잉크의 경우도 용제를 이용해 세척하여 걸리는 시간으로 비교하였을 때 용제를 이용하여 3분간 세척해야 완전한 판세척이 가능하기 때문에 재생잉크의 판 세척력이 우수함을 알 수 있었다.
- 7) 재생잉크로 인쇄한 결과물의 내수성을 실험한 결과 완전 건조 후에는 잉크의 번짐이 없기 때문에 내수성이 뛰어남을 알 수 있었다.

참고문헌

- 1) 김영미(2008), 인쇄업 종사자의 혼합유기용제 노출로 인한 자각증상 및 위험성 평가, 가톨릭대학원, 박사학위논문
- 2) 과학기술부 ; 환경부 [공편](2003), 산업폐기물 재활용 정보 DB화 사업, 산업폐기물재활용기술개발사업단
- 3) 남수용(2003), 스크린인쇄, 부경대학교 인쇄정보공학과, p104-108
- 4) 산업폐기물재활용기술개발사업단(1999), 산업폐기물 재활용 기술개발사업 성과집 1단계 2차년도, 산업폐기물재활용기술개발사업단
- 5) 송용천(2006), 인쇄재료, 한국산업인력공단, p30-58
- 6) 우진호(2005), Video Phone Tube용 형광막의 제조와 공정 개선에 관한 연구, 부경대학교대학원 인쇄공학과, 공학박사학위논문
- 7) 윤종태 편저(1996), 인쇄과학 개론, 부경대학교 인쇄정보공학과, p18-20
- 8) 이한경(2009), 주요기업의 그린마케팅 사례, Ubiquitous. 통권 제44, pp.92-94, 스마트커뮤니케이션
- 9) 전영길, 강현희(2002), 우리나라 기업의 그린마케팅 전개방안에 관한 연구, 논문집 제33집 (2002. 5) pp.5-19, 韓京大學校
- 10) 특허청 신기술 조사회(2002), 염 · 안료 - 인쇄잉크특허 동향, 특허청 신기술 조사회
- 11) 한국기술거래소, 인쇄잉크(2005), 한국기술거래소
- 12) 2002 한국정밀화학총람(201), 씨시스템닷컴(주)