

Phenol Free Heat-Set **윤전 잉크**의 인쇄적성에 관한 연구 (제1보)

– 인쇄적성 시험에 의한 분석 –

하영백^{1†} · 오성상¹ · 이원재²

접수일(2012년 3월 28일), 수정일(2012년 4월 9일), 채택일(2012년 4월 16일)

The Study of the Printability on the Phenol Free Heat-Set Web Inks(I)

– Analysis by the printability testing –

Young-Baeck Ha^{1†}, Sung-Sang Oh¹, Won-Jae Lee²

Received March 28, 2012; Received in revised form April 9, 2012; Accepted April 16, 2012

ABSTRACT

In the 21st century, the printing industry as well as the IT industry has made rapid development. However, despite these technological advancement in the printing industry, it is still harmful for the environment, the state regulation is insufficient.

Therefore, we studied the printability for the existing heat-set web inks and the newly created phenol-free eco-inks. This ink was made by reacting rosin and unsaturated dibasic acid and ester reactant, ester reactant was used instead of phenol. Printability test were used in the IGT printability tester. Experimental conditions, the temperature 22.7 °C, humidity 57% under conditions of 0.6cc of ink supply, the print speed 1m/sec, pressures were set at 250N.

As results of this study, we were able to get the following conclusions. The properties of phenol-free ink is the same as the existing inks. So we are thought to improve some characteristics such as dispersion, able to replace the existing ink.

Keyword : phenol-free, eco-ink, ester reactant, printability, amount of ink transfer, printed density

1. 신구대학 그래픽아트미디어과(Graphic Arts Media, Shin Gu College, Sungnam 462-743, Korea)

2. 주)동양잉크 기술연구소(Dong Yang Ink CO. LTD, R&D Center, 338-6, Kagok-ri, Jinwi-myun, Pyungtaek, Kyonggi-do, Korea)

† 교신저자(Corresponding author): E-mail: jackyha@hanmail.net

1. 서론

21세기에 들어서 인쇄산업은 IT산업과 더불어 급속한 발전을 이루었다. 이러한 기술적 발전에도 불구하고 아직도 인쇄산업은 환경에 관한 규제가 미흡한 상태이다. 그러므로 인쇄업계에서도 환경보호를 위하여 인쇄물의 제작에 친환경화를 위해 여러 가지 노력을 기울이지 않으면 안 될 것이다.¹⁾

환경문제의 심각성은 선진국을 중심으로 확산되기 시작하여 이미 오래전부터 지속적으로 고려해야 할 사항이 되었다. 이러한 인식제고는 소비자, 환경단체, 기업 및 정부 간의 합의를 거치면서 지속가능한 개발 및 소비를 위한 국제협약, 정부의 규제 혹은 시장에서의 요구 등으로 나타나고 있다. 이러한 세계적인 흐름들이 국가적 관점에서 수출을 위한 무역상 기술 장벽으로 작용할 것이며, 이에 대비하지 않는 기업은 큰 피해와 더불어 도태되고 말 것이다.²⁾ 따라서 내수에 의존하고 있는 국내 인쇄물 시장에서 수출을 위한 친환경 인쇄로의 전환은 반드시 이루어져야 할 과제이며, 국내 인쇄산업에서도 친환경적 인쇄를 위한 제도적인 준비가 필요할 것으로 판단된다.

일본의 경우 일본 환경보호인쇄추진협의회에서 인쇄업계의 에콜로지 대책으로 통신판매 카탈로그, 캘린더, 요리책, CSR (Corporate Social Responsibility) 보고서, 패키지 등에 대한 노력을 시행하였다. 먼저 통신판매 카탈로그에서는 우송료나 종이 값을 싸게 하기 위해 얇은 종이를 사용하기도 하고, 재생지나 대두유 잉크를 채용하여 환경부하를 극히 적게 하기 위한 시도를 하고 있다.^{1),3)}

특히 현재 사용되고 있는 인쇄잉크용 수지의 경우는 로진변성페놀수지로 페놀류와 포름알데히드를 알칼리성 촉매 하에서 반응시켜 얻은 레졸과 로진류 및 각종 다가 알코올을 반응시켜 제조한다.^{4),5)} 이렇게 제조된 인쇄용 잉크는 고속(10,000~20,000 매/분)의 인쇄기에 서로 종이로의 전이성, 건조성 및 내수성 등의 우수한 인쇄적성을 나타낼 수 있다. 하지만 기존의 변성페놀수지에 사용되는 알킬페놀이나 비스페놀A는 내분비계 장애물질로 의심되는 대표물질이며, 포름알데히드는 동물실험을 통해 발암성이 증명된 발암물질로서 인체에 악영향을 미치는 독성 물질의 일종이다.

이러한 친환경 변화와 더불어 인쇄물은 점점 부가가치가 높은 고품질의 컬러 인쇄물로 전환되고 있다. 특히 운전 방식을 이용하는 서적류와 출판물에 있어서, 컬러에 의한 화상 재현은 상대적으로 낱장 인쇄(sheet printing) 방식에 비하여 다소 떨어지는 경향이 있다. 하지만 소비자의 요구에 응답하기 위해서 운전 방식에서의 색상재현에 관한 연구 또한 필요하다고 판단되어진다.⁶⁾⁻⁹⁾

그러므로 본 연구에서는 인쇄산업의 친환경으로의 전환을 위해, 기존의 로진변성페놀수지를 사용한 Heat-Set용 운전잉크를 대신 할 페놀수지를 사용하지 않는 친환경 잉크를 제조하였고, 제조된 친환경 잉크 및 기존의 운전 잉크에 대한 인쇄적성에 관하여 연구하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 운전용 heat-set 잉크

본 연구에서는 페놀을 대신하여 만들어진 에스테르 반응물을 로진과 불포화이염기산을 반응시켜 제조된 페놀프리 수지를 적용한 잉크(Ink A)와 비교를 위하여

Table 1. Properties of Heat-set web inks

Sample / color		Property	
		Fluidity (mm)	Tack Value
Ink A	Yellow	87.5	8.2
	Magenta	83.5	8.8
	Cyan	88.0	10.2
	Black	88.0	9.0
Ink B	Yellow	87.0	8.6
	Magenta	85.0	9.0
	Cyan	87.0	10.7
	Black	88.0	9.2
Ink C	Yellow	88.0	8.7
	Magenta	83.0	9.1
	Cyan	88.0	10.6
	Black	89.0	9.2
Ink D	Yellow	87.0	9.0
	Magenta	83.5	9.2
	Cyan	84.5	11.4
	Black	85.0	9.7

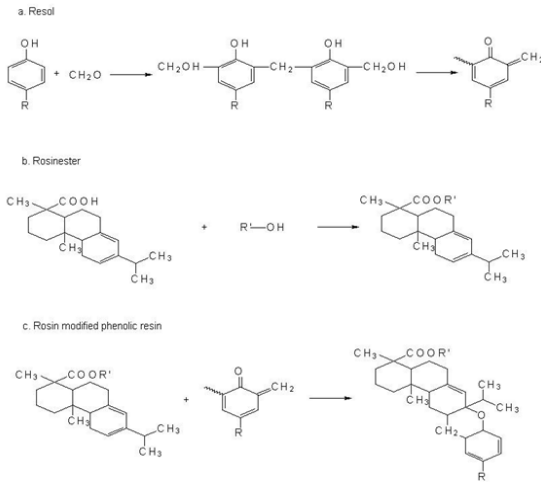


Fig. 1. Manufacture of modified phenolic resin.

페놀을 20% 첨가한 잉크(Ink B) 그리고 로진변성페놀 수지를 포함하고 있는 2개사윤전 잉크(Ink C (MIDAS), Ink D (Green Fresh +))의 Y, M, C, K 잉크를 사용하였다. 다음 Fig. 1은 기존의 변성페놀수지의 제조과정을 나타낸 것이고, Fig 2는 페놀프리 수지의 제조과정을 나타낸 것이다. 기본 물성은 Table 1에 나타내었다. 각 잉크의 점도를 측정하기 위해 spread-o-meter를 사용하여 100sec에서 늘어난 직경을 측정하였고, Ink-o-meter를 사용하여 30℃에서 800rpm의 조건으로 각 잉크의택 값을 측정하였다.⁶⁾

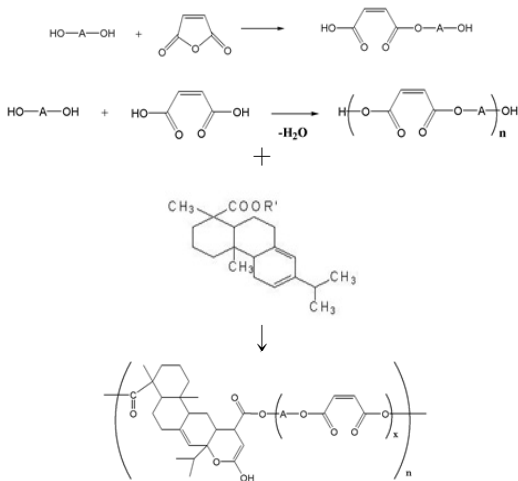


Fig. 2. Manufacture of phenol free resin

Table 2. Properties of domestic web papers.

	Paper A	Paper B	Paper C	Paper D
Basic weight (g/m ²)	70.8	70.5	75.6	83.3
Apparent Density (g/cm ³)	1.02	1.00	1.07	1.11
Thickness (μm)	69	71	71	75
Bekk Smoothness (sec)	210.13	154.52	329.13	374.42
PPS Roughness (μm)	2.72	3.50	2.56	1.48
Brightness (%)				
L	93.6	92.8	92.1	93.8
a	0.03	0.64	-0.43	0.63
b	-0.93	-3.37	3.72	-2.54

2.1.2 피인쇄체

국내 윤전 인쇄에서 사용되고 있는 윤전용지 4종을 수집하여 평활도, 거치름도 그리고 백색도와 같은 인쇄물 품질 관리에 필요한 물성과 기본 물성을 측정하였다. 각각의 물성은 TAPPI법에 준하여 측정하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다.

2.2 실험 방법 및 평가

인쇄적성 실험은 IGT 인쇄적성 시험기(C1, Netherlands)를 사용하였으며, 실험 조건은 22.7℃, 습도 57%의 조건 하에서 0.6cc의 잉크 공급량으로 인쇄 속도 1m/sec, 압력 250N으로 전색 실험 하였다.

평가 방법은 우선 판에 공급된 잉크 양과 피인쇄체로 전이된 잉크 양 사이의 관계를 무게로 측정하여 전이량을 표시하였고, 농도법에 의한 객관적인 인쇄물 평가를 위하여 반사 농도계(X-Rite 550, 미국)를 사용하여 각 시료에 대해 20번씩 측정하고 그 평균값으로 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Heat-set 윤전 잉크의 물성과 잉크 전이량

Fig. 3~Fig. 6은 각 잉크의 전이량과 물성과의 관계를 나타내는 그래프이다. Cyan 잉크의 경우 Ink A와 C는 거의 비슷한 점도 및 택 값으로, 유동성이 상대적으로 Ink D보다 높게 나타나 잉크 전이량이 많아진 결과를 보여주고 있다. Ink B의 경우 점도는 Ink A 및 C와 거

의 동일한 수준을 나타내었지만 전이량에서 다소 낮은 값을 나타내고 있다. Ink B의 경우 비교를 위해서 페놀프리 수지에 페놀수지를 20% 함유시켜 제조한 잉크로 두 성분 간의 부조화로 유동성에 영향을 미쳐 전이성이 나빠진 결과로 판단된다.

Fig. 4는 Magenta 잉크의 물성과 전이량에 관한 그래프로서, 점도와택 값이 Ink A, B, C, D 모두 비슷한 값을 가지고 있어 전이량에 있어서도 큰 차이를 보이지 않고 있다. 하지만 Paper B의 경우에서 다른 Paper 시료들에 비하여 전이량이 다소 높게 나타났는데, 이것은 종이의 평활성이 다른 시료들에 비하여 154.52(sec)로 매우 낮아 필요로 하는 고정화 잉크 양이 많아졌기 때문으로 판단되어진다.¹⁰⁾

Yellow 잉크에 대한 전이량과 물성 관계를 나타낸 그래프를 Fig. 5에 표시하였다. 점도는 비슷하나택 값

이 다소 높게 나타난 Ink D에서 잉크 전이량이 낮아지는 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한 Magenta 잉크와 마찬가지로, 평활성이 낮게 나타난 Paper B의 경우에서 다소 전이량이 많아짐을 알 수 있었다. 그 이외에는 거의 비슷한 수준을 보여주고 있다.

Black 잉크의 경우 기존의 Ink C, Ink D에서 다소 높은 전이량 결과를 보여주고 있다. 특히 점도가 높아 유동성이 낮고,택 값이 다소 높은 Ink D의 경우에서도 페놀프리 수지를 적용한 Ink A와 Ink B 보다 전이량이 좋은 것을 알 수 있다. 일반적으로 Black 잉크에 사용되는 안료는 카본블랙으로서 다른 색 안료에 비하여 매우 입자가 작은 것으로, 적절한 유동성을 가지기 위해서는 많은 량의 비이클 성분을 필요로 한다.⁵⁾ 따라서 페놀프리 수지를 적용한 Ink A와 Ink B는 상대적으로 안료 분산성이 좋지 못하거나, 물성 조정을 위한 다른 첨가제

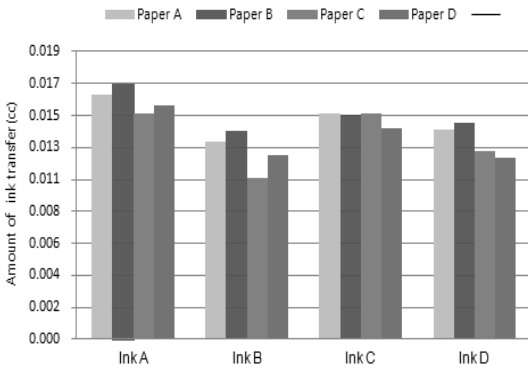


Fig. 3. The results of ink transfer amount for cyan web inks.

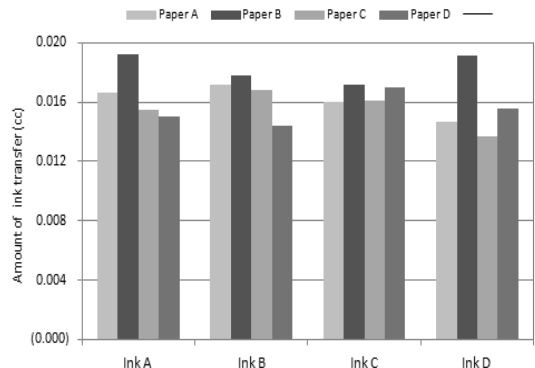


Fig. 5. The results of ink transfer amount for yellow web inks.

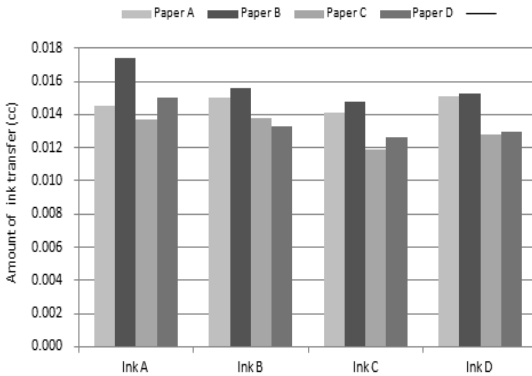


Fig. 4. The results of ink transfer amount for magenta web inks.

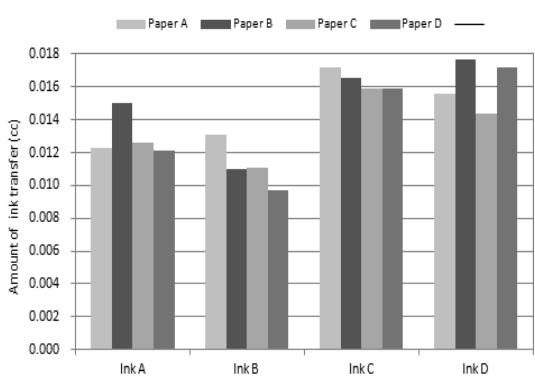


Fig. 6. The results of ink transfer amount for black web inks.

의 영향으로 판단되어진다.

3.2 종이물성과 heat-set 윤전 잉크의 인쇄농도

Fig. 7에서 Fig. 10은 인쇄된 인쇄물의 잉크 색 농도와 종이 물성 중 평활도와 거치름도의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. Fig. 7에 나타난 것과 같이 거치름도가 높은 Paper B에서 다소 낮은 색 농도 값을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 하지만 평활도도 높고 거치름도도 상대적으로 낮은 Paper D에서 Ink D의 색 농도 값이 확연히 떨어지는 것을 볼 수 있는데, Fig. 3에서 전이량을 비교해 보면 상대적으로 낮기 때문이다. 그러므로 용지의 표면이 평활하면 피복저항이 낮아져서 요구되는 잉크 량이 상대적으로 적어진다는 사실을 확인 할 수 있었다.^{10), 11)}

Magenta 잉크의 색 농도 측정 결과를 Fig. 8에서 보여 주고 있다. Paper B에서 Ink A와 Ink B의 색 농도 값은 다소 떨어지는 경향을 보여주고 있다. 하지만 Fig. 4에서 전이량의 경우는 가장 높게 나타나 있는데, 그 이

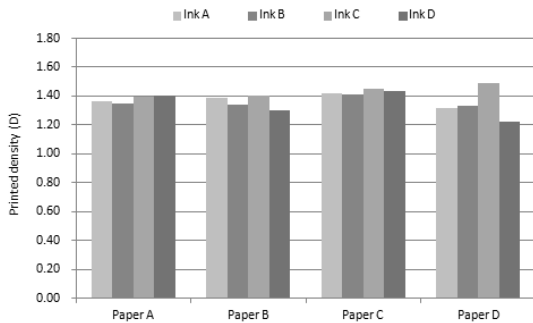


Fig. 7. The results of printed density for cyan web inks.

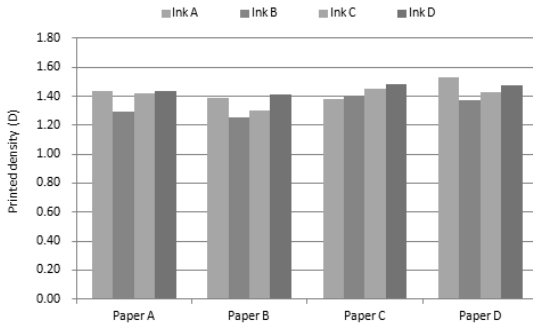


Fig. 8. The results of printed density for magenta web inks.

유는 거치름도가 높고, 평활성이 낮아 종이 표면의 요철을 잉크가 충분히 채워주어야만 평활한 농도 값을 얻을 수 있기 때문에, 소비되는 잉크 양이 많아져도 용지의 표면이 거친 경우에는 잉크 색 농도가 떨어진다는 것을 알 수 있었다.

Yellow 잉크의 잉크 색 농도 값과 각 용지의 물성을 비교한 그래프를 Fig. 9에 나타내었다. 전이량이 높았던 Ink A에서 다소 색 농도 값이 높게 나타났으며, Cyan, Magenta 잉크의 결과와 같이 전이량은 높았으나 색 농도는 떨어지는 경향을 나타내는 잉크는 Yellow에서도 Ink B이다. 또한 Paper C와 Paper D는 다소 균일한 잉크 색 농도를 나타내고 있다.

Fig. 10은 Black 잉크의 색 농도 측정 결과를 나타 것으로, 평활성이 좋고 거치름도가 낮은 Paper C와 Paper D에서 적절한 농도 값을 나타내고 있다. 이 결과에서도 Ink B의 경우는 다른 Ink 시료들에 비하여 색 농도가 떨어지는 것을 알 수 있다. 따라서 Ink B와 같이 페놀프리 수지에 페놀 수지를 20% 포함 시켜 물성 조정을 이루려

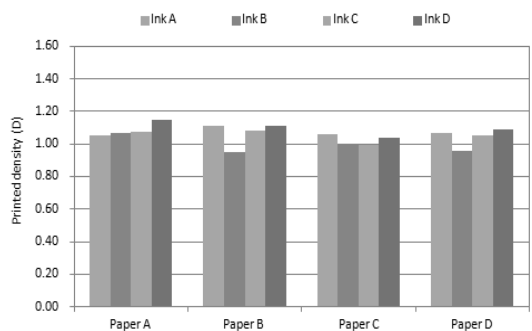


Fig. 9. The results of printed density for yellow web inks.

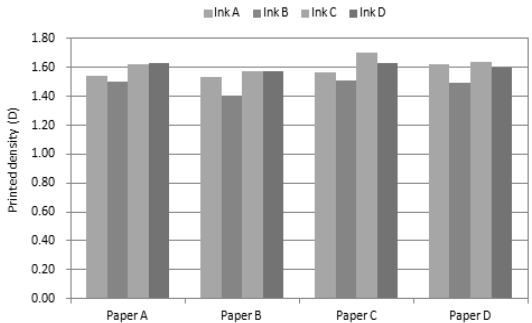


Fig. 10. The results of printed density for black web inks.

Table 3. ISO standard color density area and the color density area of each samples.

	ISO	Ink A	Ink B	Ink C	Ink D
Cyan	1.3	1.42	1.41	1.45	1.43
Magenta	1.4	1.38	1.39	1.45	1.48
Yellow	1	1.06	0.99	1.00	1.04
Black	1.6	1.56	1.51	1.70	1.63

고 한 잉크들은 좋지 못한 결과를 보여 주고 있다.

3.3 Heat-set 윤전 인쇄물의 색 농도영역과 ISO 기준 색 농도영역

Table 3은 ISO의 heat-set 윤전 잉크의 색 농도 영역과 본 실험을 통해 얻어진 각 잉크의 색 농도 영역을 농도 값이 가장 균일하게 나온 Paper C의 데이터를 근거로 그래프로 나타낸 것이다. Cyan 잉크의 경우 ISO에서 규정한 1.3보다 0.1이상 아주 조금 높은 농도 값을 나타내고 있으며, Ink A의 페놀프리 잉크의 경우가 1.42로 가장 근접한 값을 나타내고 있다. Magenta 잉크의 경우에는 현재 시판 중인 잉크가 다소 높은 농도 값을 나타내고 있고, Ink A가 1.38로 규정 색 농도 1.4에 가장 근접한 값을 보여주고 있다.

Yellow 잉크에 있어서는 ISO규정 농도 1.0보다 1.06으로 다소 높게 나타났지만, 이것은 색 오차 허용범위 내에 포함되므로 전체 색 영역에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 더욱이 Yellow잉크의 경우는 다른 색 잉크와는 달리 투명성이 높기 때문에 인쇄 용지가 가지는 색에 영향을 받기 쉬우므로, 조금 높은 농도 값이 좋은 결과를 만들 수 있을 것으로 생각되어진다. Black 잉크의 결과에서는 Ink D가 1.63으로 ISO 규정 색 농도 값인 1.63에 가장 근접하고 있다. 반면 Ink B는 1.51로 다른 Ink 시료들에 비하여 많은 차이를 나타내고 있어, 실제 사용에 있어 인쇄터러블이 발생할 가능성이 높을 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서 페놀수지를 사용하지 않는 친환경 Heat-set 윤전 잉크를 제조하여, 기존 윤전 잉크와의 인쇄적성에 관하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을

수 있었다. 잉크 물성에 있어서 기존의 잉크와 거의 유사한 물성으로 제조가 가능하다는 사실을 얻을 수 있었고, 또한 이러한 물성 변화가 없기 때문에 전이성에도 크게 영향을 주지 않는다는 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 Black 잉크의 경우 안료와의 분산 문제와 사용되는 보조제에 의한 영향을 기존의 잉크에 비하여 다소 많이 받는다는 작은 문제점을 발견할 수 있었다. 따라서 지속적인 연구 및 개발을 통한 보완이 필요할 것으로 판단된다. 또한 페놀프리 수지와 페놀 수지를 함께 사용한 Ink B의 경우에는 물성 및 잉크 전이량에 많은 문제가 야기될 수 있다는 결과를 얻었다. 따라서 페놀프리 수지는 단독으로 적용하는 것이 인쇄적성에 좋을 것이라는 결론을 얻었다. 전이량에 따른 잉크 색 농도 또한 기존의 변성페놀수지를 사용한 인쇄잉크와 거의 동일한 수준을 나타내었다. 지금까지 윤전인쇄의 인쇄품질에 관하여 연구된 바는 신문인쇄를 제외한 상업용 인쇄에서는 극히 일부분에 해당한다. 따라서 본 연구를 통해 얻어진 결과는 앞으로 인쇄분야나 제지분야에서 윤전인쇄 품질을 위한 기본적인 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각되어진다.

인용문헌

1. 松浦 豊, クリオネレボト, 日本環境保護印刷推進協議會, 東京 (2007).
2. 대한상공회의소, 선진기업의 에코디자인 동향 및 사례 분석과 시사점, 서울 (2007).
3. 하영백, 이의수, 오성상, 구철회, 윤종태, 인쇄산업의 변화와 친환경 인쇄, 한국인쇄학회지 26(2) : 79~89 (2008).
4. Hickman, E. P., Mackenzie, M. J. and Smith, H. G., The Printing Ink Manual, R. H. Leach(ed.), KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, Netherland, pp.227~228 (2001).
5. 김성빈, 잉크공학, 부경대학교 출판부, 부산, pp.79~81, p.29 (1995).
6. Hideaki Ohmori, High Quality Printing, Japan Tappi Journal, No7, pp. 35~41 (1999).
7. 전성재, 홍기안, 윤종태, 윤전 오프셋인쇄에서 인쇄 뒤비침에 영향하는 인쇄조건에 관한 연구, 한국인쇄학회지 26(1) : 29~38 (2008).

8. 하영백, 최재혁, 김형진, 이원재, 오성상, 국산 Heat-set
윤전 잉크의 인쇄적성에 관한 연구, 한국인쇄학회지
28(2) : 101 ~ 116 (2010).
9. 하영백, 최재혁, 이원재, 오성상, Heat-set 윤전 잉크의
유화가 인쇄적성에 미치는 영향, 한국인쇄학회지
28(2) : 31 ~ 44 (2010).
10. Youn, J. T., Introduction to printing science, Pukyong
University, busan, pp. 131~144 (2004).
11. 市川家康, わかり やすい 紙・インキ・印刷の科
學, 印刷局朝陽會, 東京, pp. 117~119 (1975).