

RFID용 전도성 잉크에 적합한 도공지 제조

정해성, 김창근¹⁾, 이종만²⁾, 이용규

강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과, 창강제지연구소¹⁾, (주) ABC나노텍²⁾

1. 서론

물류, 유통, 패키징 분야는 다른 산업에 비해서 RFID 기술이 가장 많이 적용 및 개발되고 있는 분야 중 하나이다. 최근에는 RFID 태그의 인화하기 위해서 기존의 에칭(Etching)방식을 사용하기 보다는 전도성잉크(Conductive Ink)로 직접 인쇄하는 추세이다. 하지만 RFID 태그를 적용시 종이포장류의 경우 전도성잉크를 이용한 인쇄에 기능적인 문제가 발생한다. 따라서 현재의 전도성 잉크를 이용한 RFID 태그는 플라스틱 필름에 인쇄하여 적용하고 있는 실정이다. 이러한 문제는 앞으로 환경적인 면에서나 비용적인 면에서 많은 문제를 야기 수 있다.

따라서 본 연구에서는 전도성 잉크에 적합한 원지 및 도공층을 설계하여 전도성잉크를 인쇄 후 그 가능성을 확인하고자 전도성잉크 인쇄에 적합한 RFID용 태그 기지에 적합한 도공지를 제조하는데 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지, 안료

본 연구에 사용된 도공원지는 D사의 원지에 Polyvinyl alcohol를 용해하여 양면 3.5g/m² 표면 처리한 원지를 분양받아 사용하였다.

2.1.2 바인더와 기타 첨가제

바인더는 라텍스(Lutex 901, LG-chemical, KOREA)를 사용하였고, 기타 첨가제인 분산제(Dispersant), 윤활제(Lubricant), 내수화제(Insolubilizer), 증점제(Thickener)를 사용하였다.

2.1.3 잉크

잉크는 NINK-Ag WM5035 (ABC NanoTech, KOREA)인 은 입자가 들어있는 전도성 잉크젯 잉크를 사용하였다.

2.2. 실험방법

2.1 도공액의 제조

도공액은 Table 3-1와 같이 배합하여 제조하였다. 물에 NaOH를 넣어 pH를 조절한 후에 분산제와 안료 첨가하여 슬러리 형태로 약 15분간 교반 후 각각의 첨가제를 유동제, 바인더, 윤활제, 내수화제 순으로 도공액을 제조하였다.

Table 3-1. Formulations of coating color (unit : pph)

Component	Art grade				
Clay	100	100	-	-	40
GCC95	-	-	100	100	60
Binder	20	25	20	25	10
NaOH	0.12				
Dispersant	0.02				
Lubricant	0.50				
Insolubilizer	1.00				
Thickener	0.10				
Solid content(%)	60		65		65

2.2 도공액의 물성 측정

도공액의 점도는 60RPM에서 no. 4 spindle로 저점단 점도계(DV-II Viscometer, Brookfield, U.S.A)를 사용하여 측정하였고, pH는 pH측정기 (PB-11, Sartorius Korea. Ltd)를 사용하였으며, 보수성은 보수성 측정기(Water retention meter, AA-GWR, Kaltec scientific inc, U.S.A)를 사용하여 30초 동안 탈수한 양으로 물성을 측정하였다.

2.3 도공지 제조

도공지의 제조는 실험용 반자동 코터 (K-control coater, RK print Coat Instrument Ltb, U.K)를 사용하여 원지에 도공량 $22 \pm 1 \text{g/m}^2$ 으로 편면 도포한 후, 105°C의 열풍 건조기 (YJ-8600D, Yujin Electronics, KOREA)에서 30초간 건조하였다. 슈퍼 캘린더

(Supercalender, Beloit Corporation, U.S.A.)를 사용하여 온도 70℃, 압력 300 psi에서 도공면이 Cotton filled roll쪽으로 향하게 하여 1회 캘린더링하여 도공지를 제조하였다.

2.4 도공지의 물성측정

도공지 물성은 거칠음도(PPS, L&W, Sweden), 백지광택(Gloss meter, Model T480A, Technidyne corp, U.S.A.), 백색도(Elrepho 3300, Datacolor, International, U.S.A.), SEM image(SEM, scanning electron microscope)를 측정하였다.

2.5 그라비아 인쇄의 망점빠짐

인쇄적성 평가는 IGT 인쇄적성시험기를 사용하여 헬리오 시험기(helio test)를 평가하였다.

2.6 저항 측정방법

전도성 잉크의 전도도를 조사하기 위해서는 그 저항값(resistivity)을 측정하며, 이는 다시 표면저항(surface resistivity or sheet resistivity)과 부피저항(volume resistivity)으로 나누게 된다. 표면저항은 쉽게 말해 전도성 물질의 맨 위층(top layer)의 저항을 측정하는 것으로, Membrane witch Council of the SGIA에서 정한ASTM F1896-98(American Society for Testing and terials)규격을 따르는 것이 일반적이며 그 방법은 Photo 1에 나타내었다.

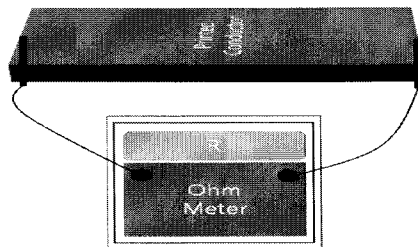


Photo 1. ASTM F1896-98(American Society for Testing and terials)

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액 물성 평가

Fig. 3-1은 도공안료의 종류와 라텍스 투입량에 따른 물성 측정값을 나타낸 것이다. 그림

에서 보는 바와 같이 저점단점도는클레이를 적용한 도공액이 중질탄산칼슘을 적용한 도공액보다 높게 측정되었다. 보수도에서는 클레이를 적용한 도공액이 가장 양호한 값을 나타냈다. 이는 클레이를 적용한 도공액은 클레이 형태상 조밀한 팩킹 구조를 형성함으로써 일정한 압력에서 Membrane filter를 통한 수분의 이탈이 적은 것으로 판단된다.

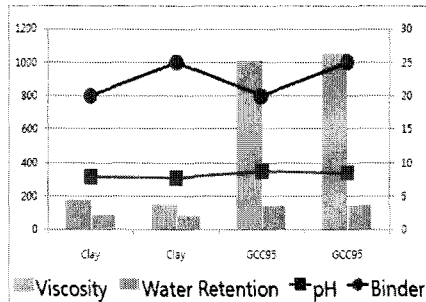


Fig. 3-1. Properties of coating color

3.2 도공지 물성 및 그라비아 인쇄적성 평가

3.2.1 광택도와 거칠음도

Fig. 3-2은 도공지의 물성 중 백지광택과 거칠음도의 나타낸 결과이다. Fig. 3-2에서 보는바와 같이 라텍스의 투입량이 많을수록 백지광택은 낮아졌다. 거칠음도의 경우 클레이를 적용한 도공지가 중질탄산칼슘을 적용한 도공지보다 평활성이 높게 나타나는데 이는 클레이의 형태로 인한 캘린더링 적성이 우수하여 나타나는 결과라고 할 수 있다.

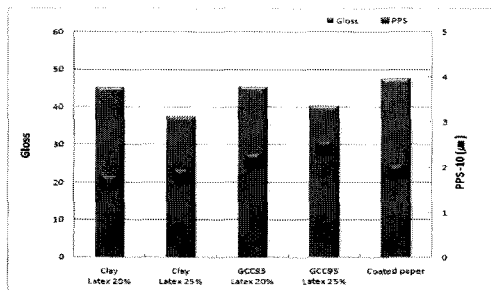


Fig. 3-2. Gloss and roughness

3.2.2 백색도

Fig. 3-3.는 도공지의 물성 중 백색도와 명도를 나타낸 결과이다. 그래프에서 보는 것과 같이 클레이와 중질탄산칼슘의 백색도와 명도가 비슷한 결과를 보였지만 이는 원지의 백색도가 낮은 관계로 안료에 의한 백색도의 차이를 확인하기는 어려운 조건이었다. 또한 라텍스의 투입량은 25%보다 20%의 경우 백색도가 높아지는 결과를 나타냈다.

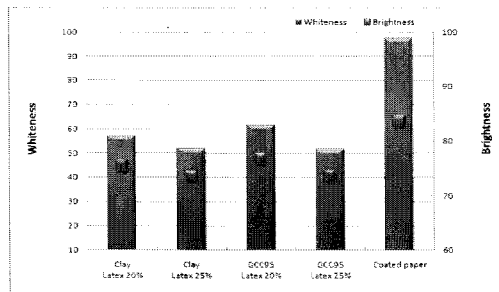


Fig. 3-3. Whiteness and brightness

3.2.4 그라비어 인쇄의 망점빠짐 평가

Fig. 3-4.은 IGT 시험기로 인쇄된 인쇄 시편의 망점빠짐이 일어난 거리를 그래프로 나타낸 것이다. 그래프에서 보는 바와 같이 중질탄산칼슘을 적용시킨 도공지보다 클레이를 적용시킨 도공지가 다소 향상되는 것을 확인할 수 있는데 이는 평활도의 영향으로 IGT 시험기에서 잉크가 전이될 때 헬리오 디스크에서 받아들이는 잉크의 양이 클레이를 적용한 도공지가 더 평활하기 때문이라고 사료된다.

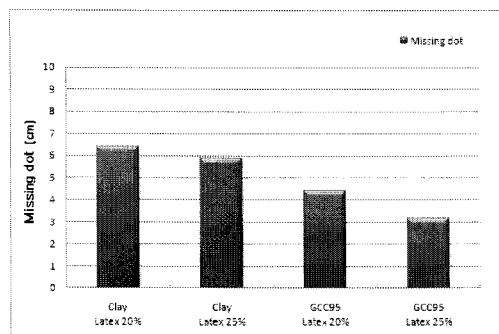


Fig. 3-4. Missing dot

3.2.5 표면저항 값 측정

Fig. 3-5.는 전도성잉크를 균일하게 시편에 도포 후 표면저항을 측정한 결과이다. 이 결과는 시편의 거칠음도의 결과그래프와 유사한 그래프를 나타내었는데 이것은 전도성잉크 인쇄 시 그 대상의 평활도에 따른 전도도

측정값과 상관관계가 높기 때문이다. 일반도공지의 경우 평활도가 클레이를 적용한 도공지와 유사하였으나 전도성잉크가 인쇄되고 건조되는 과정에서 원지층으로 전도성잉크의 바인더가 흡수되어 전도성충전제의 불규칙한 배열로 표면 저항 값이 높게 측정되는 것으로 사료된다. 전류는 표면에서만 일어나는 현상이 아니므로 표면저항 측정법에 의해 부피에 대한 부분을 보정해 주어야 하는데 도공지의 경우 이와 같은 조건을 형성하기 어려운 표면구조에서 나타난 결과 값 이라고 볼 수 있다.

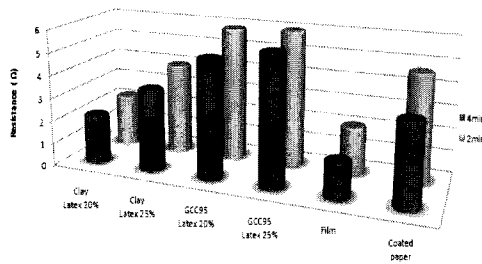


Fig. 3-5. Surface resistance

4. 결 론

본 연구에서는 현재 RFID 기술에서 사용되는 전도성 잉크를 도공지에 직접 인쇄 함으로써 그 가능성을 실험하였다. 도공지의 도공층은 표면에 수많은 공극을 가지고 있는 특징을 가지고 있다. 이러한 도공지의 특성은 전도성잉크가 인쇄될 경우 그 기능적인 역할을 수행하지 못하게 되는데 이런 문제점을 개선할 수 있도록 도공원지 처리 및 도공액을 변화시켰다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 원지의 경우 전도성잉크가 그 기능적인 역할을 수행하기 위해서는 인쇄대상이 전도성 잉크를 방수할 수 있을 최소한의 조건이 필요하다. 따라서 방습한 도공지를 제조하

기 위한 원지의 처리는 높은 평량을 가진 원지와 원지표면에 Polyvinyl alcohol 표면처리 하였다.

2. 전도성 잉크에 적합한 도공액의 안료의 경우 전도성잉크의 특성상 인쇄되고 건조 후에 전도성 충전제는 그 형태를 조밀하게 유지해야 되는데 이러한 전도성잉크의 특성을 만족시키기 위해 인쇄대상은 높은 평활도를 요구한다. 따라서 높은 평활도를 만들기 위해서는 도공액의 안료가 원형의 형태인 중질탄산칼슘보다 판상의 형태인 클레이가 더 적합한 결과임을 확인하였다.

3. 방습한 도공지 제조를 목적으로 바인더가 표면층의 공극을 줄여 치밀한 구성을 형성할 수 있는 연구결과를 통해 바인더를

CPVC 이하로 배합하였다. 투입비는 20%, 25%를 사용한 결과 25% 바인더를 적용하여 만든 도공지의 경우 오히려 평활도를 떨어뜨려 전도성잉크에 더 적합하지 않은 것으로 확인하였다.

4. 전도성잉크의 그라비아 인쇄테스트의 경우 그라비아 인쇄특성상 평활성과 쿠션성이 요구하기 때문에 클레이를 적용한 도공지가 더 우수한 결과를 보여주었다.

본 연구결과 도공액 제조 시 안료의 경우에는 클레이를 사용하였으며 바인더의 경우 20%를 투입한 도공지가 표면 저항 값을 측정된 결과 전도성 잉크의 인쇄에 가장 적합한 결과를 나타냈다. 또한 이러한 도공지는 플라스틱 필름과 유사한 표면 저항 값으로 측정되었으므로 전도성 잉크를 사용한 RFID 태그 인쇄에 대한 가능성을 보여주었다.

5. 참고문헌

1. 유승환, 강수진, 이관수저, “잉크에 부분적으로 잠겨 회전하는 물 주위의 액막 유동 해석”, 대한기계학회 춘계학술대회 강연 및 논문 초록집, 2007. 5.
2. 김태현, 고분자과학과 기술. RFID용 전도성 잉크, 2008.
3. 이은곤, RFID 확산 전망 및 시사점-환경 분석, 가격전망 및 정책적 시사점. 정보 통신정책, 제 16권, 13호, 통권 351호, 2004.

4. 한국남, 김남수, 용해도 낮은 금속을 이용한 전기 전도성 잉크, 한국공작기계학회 논문집, 2008.
5. 이수용, 김재능, RFID의 패키징 적용에 관한 연구. 한국포장학회지, 14권, 1호, pp. 15~22 (2008).
6. 이학래, 인쇄모틀 발생 원인과 대책, 펄프종이 기술 34(1): 64-71(2002).
7. Lee, D. I., "Development of high-gloss paper coating latexs", TAPPI 1982 Coating Conference Proceedings, TAPPI PRESS, Atlanta, pp. 125
8. Lee, D. I., "Latex", Chapter 14. Pigment Coating and Surface Sizing of Paper, Book 11, Papermaking Science and Technology, pp. 211 (1999)
9. Chang Keun Kim, Yong Kue Lee, "Studies on the Pore of Coating Layer and Printability(I) - Effects of pigment Size on Pore of Coating Layer" Journal of Korea TAPPI, 31(3), 1999
10. Prakash B. Malla et al. "The effects of pigment type and pore structure on optical properties and LWC paper", 2000 TAPPI Coating Conference and Trade Fair. 2000
11. Lee, D. I., "The Critical Pigment Volume Concentration Concept for Paper Coatings: I. Model Coating Systems Using Plastic Pigments and Latex Binders for Paper Coating Applications" Journal of Korea TAPPI, 34(5), pp. 1-17 (2002)