

인쇄 품질 향상을 위한 표면 코팅 롤러 개발

조현섭^{1*}

A Development of Surface Coating Roller for Improvement in Print Quality

Hyun-Seob Cho^{1*}

요 약 PCR은 OPC 드럼의 표면과 접촉된 상태로 회전하면서 드럼의 표면을 대전시켜야 하므로 접촉이 잘 되도록 적당한 도전성을 갖는 탄성체로 만들어야 하고, 또한 그 롤러 표면은 코팅을 하게 되는데 코팅제의 종류나 코팅 방식에 따라서 대전특성이나 화상특성이 달라지고, 또한 환경의 변화에 따라 화상특성이 달라진다. 본 연구에서는 양질의 프린트 화상을 얻을 수 있는 대전 롤러의 제조를 위하여 적합한 도전성 탄성체 롤러가 새롭게 개발되었다.

Abstract Primary charging roller rotated with contacting surface of OPC drum and take charge OPC drum. Owing to this reason, primary charging roller made by elasticity substance with electric conduction. Properties of charging and image changed by class of coating, method of coating and environment. This study developed about coating method to make print image of good quality.

Key Words : PCR Roller, OPC Drum, OCA

1. 서론

Laser Beam Printer에서 화상형성 방법은 전자사진 방식을 이용한 것이며, 대전(Charging), 노광(Exposure), 현상(Development), 전사(Transfer), 정착(Fusing)의 과정을 통하여 이루어진다[1,2]. 즉, 어두운 상태에서 감광체(OPC Drum)의 표면을 전체적으로 정전기적으로 대전시킨 다음, 적외선 영역의 광원에 의하여 화상 노광하면 Drum의 표면에 정전기적인 잠상이 형성된다. 화상형성을 위하여 감광체의 표면을 대전시켜야 하는데 종전에는 Corona Charging 방식이 사용되었으나[3], 4~10[kV] DC의 고압을 사용하기 때문에 인체에 유해한 오존이 발생하는 문제가 있었다. 최근에 이 문제를 해결하기 위하여 개발된 기술이 접촉 대전 방식인데 이를 위하여 사용하는 것이 대전롤러(Primary Charging Roller : PCR)이다. 즉 PCR은 OPC 드럼의 표면과 접촉된 상태로 회전하면서 드럼의 표면을 대전시켜야 하므로 접촉이 잘 되도록 적당한 도전성을 갖는 탄성체로 만들어야 하고, 또한 그 롤러 표면은 코팅을 하게 되는데 코팅제의 종류나 코팅

방식에 따라서 대전특성이나 화상특성이 달라지고, 또한 환경의 변화에 따라 화상특성이 달라진다[4,5].

따라서 양질의 프린트 화상을 얻을 수 있는 대전 롤러의 제조를 위하여 적합한 도전성 탄성체 롤러가 새롭게 개발되었다[6,7]. 그러나 이런 롤러는 기존의 코팅과정인 Deeping 방식을 운용하여 생산하고 있으나 화상이 떨어지는 특성이 나타나고 있다. 이러한 현상의 주요 원인을 파악한 결과 코팅 과정에서 일정한 두께의 코팅이 필요로 하여 코팅 방식의 개선과 필요성이 대두되었다.

2. 연구개발 목표 및 주요 핵심 내용

현재 코팅제는 Polymer, Solvent, OCA와 EBK를 주원료로 사용한다. 70[°C]로 조절된 Water Bath 중에 설치한 1,000[mℓ]의 3구 Flask에 Solvent 173[g]을 넣고 Agitator와 Reflex Condenser를 설치한 다음 Agitator를 150~200[rpm]으로 돌리면서 Polymer 17.2[g]을 서서히 가하여 완전히 용해될 때까지 교반을 계속하고, 완전히 용해시킨다. 이렇게 용해된 액을 계속 교반하면서 EBK 0.78[g]을 서서히 첨가하여 교반을 약 2시간동안 계속하여 용해한다. 그 다음 교반을 계속하면서 OCA(Organic Conductive

¹청운대학교 디지털방송공학과

*교신저자: 조현섭(chohs@chungwoon.ac.kr)

Solvent) 0.78[g]을 첨가하여 약 30분 동안 교반을 계속하여 잘 혼합한 후 여과하고 냉각한다. 냉각된 액에 Solvent를 추가하고 잘 혼합하여 원하는 점도가 되도록 조정하여 코팅제를 완성하고 밀폐·저장한다. 완성된 코팅 도막의 두께를 균일하게 코팅하기 위하여 도막의 두께를 관리하기에 적합한 Dip 코팅 방법으로 즉 도막의 두께는 용액의 농도(또는 점도)와 코팅 속도에 따라 변화되는 것을 이용하여 제품을 현재 생산하고 있다. 그러나 이러한 Dip 코팅 방법으로 균일한 도막 두께를 만들기는 어려운 실정이다.

본 연구에서는 Dip 코팅 방식을 탈피한 스프레이 코팅 방식으로 전환하는데 그 목적이 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 실행하는 주요 핵심 내용은 다음과 같이 요약할 수 있다.

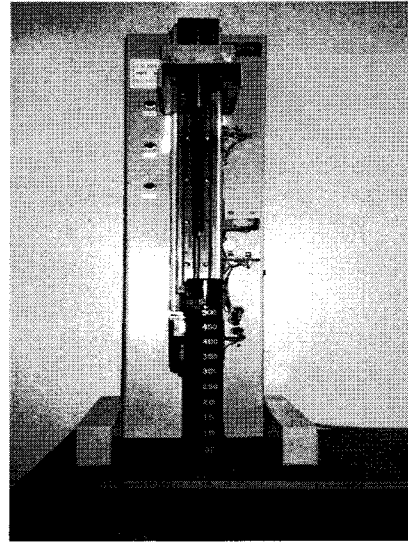
코팅과정에 사용하는 코팅액의 특성 때문에 일반 코팅 설비로는 설비가 불가능하여 액의 특성에 맞는 적절한 방식의 코팅 공정을 설정하고, 그중 양산 시스템에 가장 맞는 스프레이 코팅 방식에 대해 조사 및 설계 후 그에 따라 발생되는 제반적인 문제점을 해결하고 코팅 공정 및 코팅액의 특성에 맞는 양산 시스템 설계를 하고자 한다.

3. 연구개발 내용 및 범위

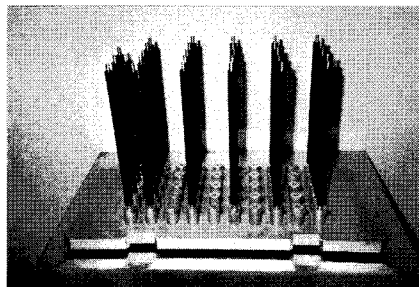
현재 생산시스템은 여러 가지 코팅 방식 중 코팅의 정밀성과 양산설비의 가능성을 검토한 결과 Dip 코팅 방식으로 결정하여 생산하고 있으며 장비는 그림 1과 같다. 이때 사용하는 코팅제의 점도와 Coater의 속도를 정확하게 관리할 수 있도록 장치를 제작하였으며, 점도와 코팅 속도를 변화시켜 적합한 도막의 두께를 얻을 수 있는 작업조건은 점도 20[cps](20[°C])에서 Coater의 코팅 프로그램을 운용하고 있다.

3.1 도전성 롤러의 Spec.

기존의 대전 롤러를 수집하여 도전성 롤러의 기계적, 전기적, 이화학적 등의 특성을 측정하였다. 실험한 결과를 분석하였고 분석한 그 결과를 근거로 하여 롤러의 샘플을 만들고 다시 그 샘플 롤러의 제반 특성을 측정, 분석한 결과에 의하여 저압 500V용의 프린터 카트리지용 도전성 탄성체 롤러의 Specification을 제정하였고, 샘플 롤러는 그림 2에 나타내었으며 그림 3은 롤러의 특성 시험 장치이다.



[그림 1] Dip 코팅 장치



[그림 2] 도전성 탄성체 롤러의 샘플

3.1.1 재질

Shaft의 재질은 SUS 304 또는 그 동등이상의 Stainless Steel로 하고, Rubber는 천연고무, 합성고무 또는 합성수지 탄성체 등을 사용한다.



[그림 3] 롤러의 특성 시험장치

3.1.2 이화학적 성능

(가) Hardness(HsA) : NN조건에서 롤러상태로 측정하여 40~50[°]이어야 한다.

(나) Resistance(Ohm) :

- ① 측정기는 SIMCO Japan INC. Work Surface Tester ST-3을 사용하여 NN 조건에서 3시간 이상 방치한 후 동일한 환경에서 측정한다.
- ② $5.0 \times 10^6 \sim 5.0 \times 10^7$ 이내이고 동일 롤러 내에서의 저항의 편차는 없어야 한다.
- ③ 10[°C], 20[%RH] ~ 32[°C], 80[%RH]의 환경 변화에 대한 저항의 변화는 $10^{12}[\Omega]$ 이내이어야 한다.

※ 시험 환경의 조건은 NN(23[°C], 55[%RH]), HH(32[°C], 80[%RH]), LL(10[°C], 20[%RH])에서 3시간 방치하고 동일 조건에서 측정한다.

(다) 고압시험 :

- ① 장치 : 정전압 DC 전원장치와 DC Micro Ampere Meter 및 롤러 회전장치로 구성하며 롤러 회전 장치는 [RPM]을 조절할 수 있는 직경 30[mm]의 금속 회전 롤러와 평행으로 시험할 롤러를 장착하여 700[g]의 힘으로 접촉시켜 금속 롤러에 따라서 회전할 수 있도록 제작한다.
- ② Bias Leak Test : 금속 롤러와 시험 견본 롤러 사이에 DC 500[V]를 정지 상태로 3초 동안 인가하여 절연 파괴로 인한 Leak가 없어야 한다.
- ③ 전류 측정 : 금속 롤러를 30[RPM]으로 회전시키면서 금속 롤러와 시험롤러 사이에 DC 500[V]를 인가하여 시험 롤러의 제3회전에 흐르는 전류치를 읽는다.
- ④ 저항 측정(HVR) : 측정방법은 ③과 같은 방법으로 하고 전류치로부터 저항치를 계산한다.
(나)항의 저항치와 구분하기 위하여 HVR로 표시한다.

이러한 실험 장치는 그림 3에 나타내었다.

(라) Smoothness : 30배의 확대경으로 볼 때 표면에 이물질, 핀홀 또는 요철부분이 없이 평활해야 한다.

(마) Solvent Test : MEK 중에 5분간 침지후 외경의 변화가 0.5[mm]이내 일 것.

(바) Leaching Test : 밀봉한 상태로 20~25[°C]에서 20일 동안 OPC 드럼과 PCR 롤러를 1[kg]의 압력으로 접촉시켜 방치한 후 드럼의 표면에 롤러가 접촉되거나 또는 드럼의 표면에 균열이 생기지 않아야 하고, Toner 분말을 얇게 살포한 다음 가볍게 털면 Toner가 쉽게 떨어져야 한다.

(사) Heat Test : 120±2[°C]의 건조기에서 1시간동안 방치한 후에 실온으로 방치 냉각한 후 저항, 치수, 경도 등의 변화나 다른 이상이 없어야 한다.

(아) 치수 측정 : Rubber의 외경과 회전시의 흔들림은 회전식 Laser Scan Micrometer를 사용하여 측정하며 흔들림은 0.08[mm]이내 이어야 하고, 금속부의 치수는 Vernier Caliper로 측정한다.

3.2 코팅제

3.2.1 코팅제의 형태

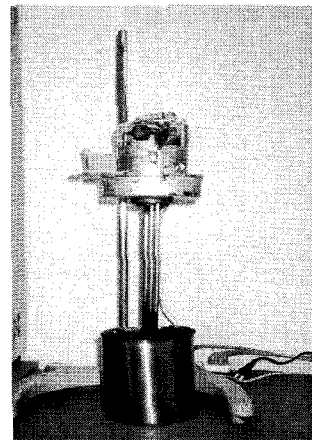
정밀한 코팅과 양산에 적합한 코팅제의 개발을 위하여 도료의 형태, 사용할 용제의 종류, 용액의 점도 등을 결정하였다.

3.2.2 사용 자재

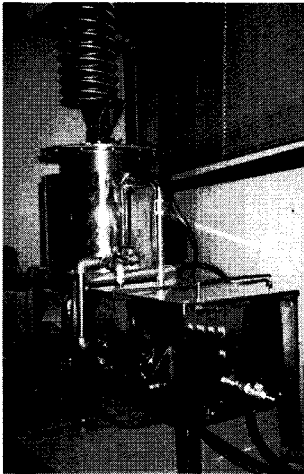
프린터 카트리지를용 도전성 탄성체 대전 롤러로서 요구되는 특성에 적합한 도막을 얻기 위하여 사용할 도막형성 성분, 도전성 부여제, 첨가제 및 용제 등을 실제 배합하여 롤러를 제조하는 시험을 통하여 선정하였다.

3.2.3 배합시험

실제 배합하여 제조한 코팅제를 코팅하여 롤러를 제조하고, 그 특성을 시험하여 그 결과에 따라 조정을 반복하여 가장 적합한 배합을 결정하였고 배합과정 및 코팅 롤러에 필요한 장비를 그림 4와 그림 5에 나타내었다.



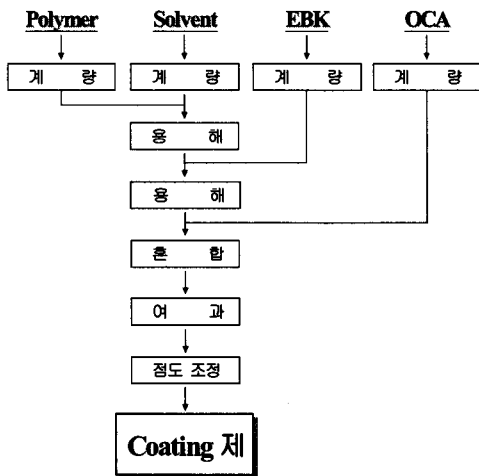
[그림 4] 배합 실험 장치



[그림 5] 원료 배합기

3.3 코팅제의 제조

70[°C]로 조절된 Water Bath 중에 설치한 1,000[mL]의 3구 Flask에 각종 원료를 넣고 Agitator와 Condenser를 설치한 다음 Agitator를 150~200[RPM]으로 돌리면서 완전히 용해될 때까지 교반을 계속하여 완전히 용해시킨 후 추가로 각종 다른 재료를 혼합하여 원하는 점도가 되도록 조정하여 코팅제를 완성한다. 이러한 제조 공정을 그림 6에 나타내었다.



[그림 6] 코팅제의 제조과정

3.4 균일한 두께의 코팅방법

코팅 도막의 두께를 균일하게 코팅하기 위하여 도막의 두께를 관리하기에 적합한 스프레이 코팅 방법을 선정하

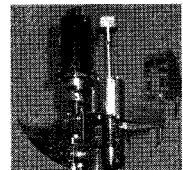
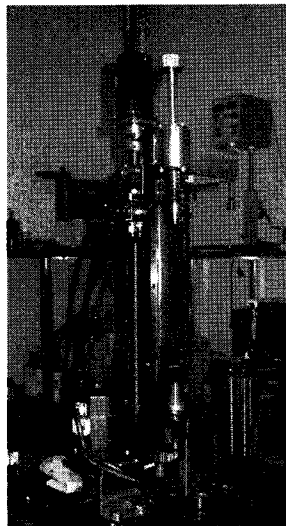
였으며, 도막의 두께는 용액의 농도(또는 점도)와 분사 속도에 따라 변화되는 것을 확인하였다.

따라서 코팅제의 점도와 Coater의 분사속도를 정확하게 관리할 수 있도록 장치를 개발하기 위하여 점도와 코팅 분사 속도를 변화시켜 실험적으로 적합한 도막의 두께를 얻을 수 있는 작업 조건을 설정하였다.

지금까지 설정한 모든 기준에 맞는 제품을 개발하기 위하여 실험을 통해 설계 제작된 실험기구는 그림 7에 나타내었다.

4. 기대효과 및 활용방안

Color Laser Printer의 보급이 일반화됨으로서 Color Printer에서 사용되는 4가지 색(흑, 청, 적, 황)의 Toner로 현상하게 되므로 Color Printer 1대 당 현상 롤러가 4개씩 필요하게 되어 수요자의 욕구에 맞는 롤러의 개발이 용이하게 되고, 기존 Dip 코팅 방식이 가졌던 한계를 넘으면서 좀더 새롭고 개선된 롤러의 개발이 용이하게 되었다.



[그림 7] 스프레이 코팅 장치

참고문헌

- [1] 미래 공학도를 위한 재료과학, 교보문고, 2006, 8, 초판 4쇄
- [2] American National Standard (ANSI), "Methods for

- Measurement of Impulse Noise”, ANSI S12.7, 1986
- [3] Harold.W.L, William.S.G, Harold.A.E, Noise Control For Engineers, McGraw-Hill Book Company, pp 73-74, 1980
- [4] U.S. Environmental Protection Agency(EPA), “Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety”, 550/9-74-004, 1974
- [5] International Organization for Standardization(ISO), “Impulse Sound Propagation for Environmental Noise Assessment”, ISO/TS 13474, 2003
- [6] 방진·고전압공학, 동명사, 1991, 3
- [7] 전극계측기초, 동일출판사, 1995, 2

조 현 섭(Hyun-Seob Cho)

[종신회원]



- 1990.2 원광대학교 공과대학 전기공학과 졸업
- 1992.2 원광대학교 공과대학 전기공학과(석사)
- 1996.2 원광대학교 공과대학 전기공학과(박사)
- 1996.1~1997.6 Department of Electrical and Computer Engineering, University of California Irvine(UCI) 연구원
- 1998.1~현재 한국전력기술인협회 고급감리원(전력감리)
- 1998.10~현재 중소기업청 기술경쟁력 평가위원
- 1997.3~현재 청운대학교 부교수

<관심분야>

전기공학, 공장자동화, 응용전자