

Laser Printer 현상기 Roller의 재활용을 위한 자성체 특성 연구

조현섭^{1*}

A Study of Magnetic Properties for Recycling of Laser Printer Developer Roller

Hyun-Seob Cho^{1*}

요 약 Laser Printer 현상기 Roller는 시간이 지나면 자기력과 자화 특성이 감소하게 되며 이런 자성체 감소로 인해 인쇄 품질이 떨어진다. 본 연구에서는 재활용에 따른 현상기 롤러의 자성 분포를 조사하여 신제품과 비교 함으로써 재활용의 사용 가능성 및 자성체의 경시 변화에 대해 제한하였다.

Abstract Developer roller of laser printer cartridge made with magnetic substance and density of magnetic flux was decreased with the elapse of a year. Owing to this reason, quality of printing was decreased with decreasing of magnetic flux. This study investigated about the elapse of a year of magnetic substance and possible about usage of recycling production.

Key Words : Laser Printer Cartridge, Magnet Roller, Thermal Gravimetry Analyzer

1. 서론

일회용으로 제작되는 Laser Printer Cartridge는 일부 핵심부품인 Drum, 현상기 Roller, 대전 Unit 및 Cleanic Unit 외에는 수차체 재활용이 가능한데도 폐기되는 현실을 감안하여 Cartridge를 일부 수거해 재생산 의뢰 후 충분한 테스트 과정을 거쳐 재활용 여부를 판단하는 기준과 정확한 실험이 이루어지지 않는 실정이다[1,2].

최근에는 일부 핵심 부품 중 현상기 Roller를 제외하고는 국산화 개발이 가능하게 되었으며 Laser Printer의 국산화 수준도 20%에 이르고 있다. 만일 현상기 Roller를 신제품으로 교체한다면 재활용의 의미는 없어지며 Laser Printer Cartridge를 신제품으로 구입하는 것이 더 효과적일 것이다. 따라서 100%수입에 의존하고 있는 Laser Printer Cartridge의 현상기 Roller를 재활용함으로써 대폭적인 경비절감은 물론 국가적으로는 수입대체 효과 뿐 만 아니라 국산화 개발 수준도 50%까지 향상시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다[3].

특히 현상기 Roller는 자성체로 만들어 졌기 때문에

Toner의 자기적 특성과 상관관계를 갖게 되는데 재활용 후 이러한 상관관계를 규명하고 기초 연구데이터로 만들어 놓은 자료가 없어 재활용에 따른 자성 성질 변화에 대한 기초 자료가 필요한 실정이다.

또한 Laser Printer Cartridge가 완전히 분해되는데는 100년의 기간이 필요하기 때문에 환경오염에 심각한 문제가 대두됨에 따라 환경 보호대책으로도 현상기 Roller의 재활용 연구는 시급한 상황이다[4].

일반적으로 사용하고 있는 Laser Printer Cartridge의 규격품은 현재 약 30여개가 존재하고 있지만, 그중 BX와 XP8/16는 인쇄 매수가 10,000매 이지만 현상기 Roller를 제외한 일부 핵심부품을 재활용함으로써 30,000매 까지 인쇄 가능하며 만일 현상기 Roller가 재활용되면 그 인쇄 매수는 상당히 이르게 될 것으로 기대된다.

따라서 Laser Printer Cartridge중 BX와 XP8/16 현상기 Roller는 자성체로 이루어졌으므로 자성체가 경시변화가 일어나듯이 사용함에 따라 자속밀도가 감소하게 되는데 자속 밀도가 감소하게 되면 토너의 흡착량이 적어지면서 인쇄는 흐려지게 된다.

* 본 논문은 2008년도 청운대학교 교내학술연구비 지원에 의해서 수행됨.

¹청운대학교 디지털방송공학과

접수일 08년 11월 18일

수정일 08년 12월 30일

*교신저자: 조현섭(chohs@chungwoon.ac.kr)

게재확정일 09년 01월 16일

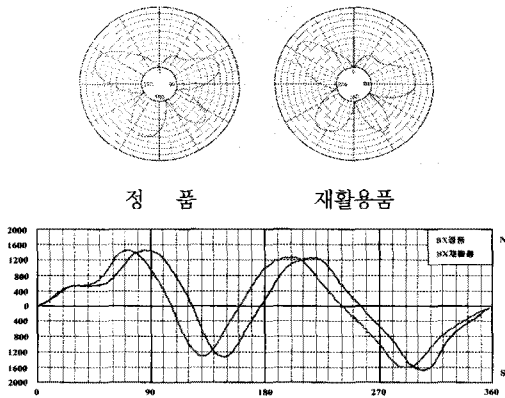
2. 연구 수행 방법 및 결과

2.1 현상기 롤러의 자기적 특성 분석

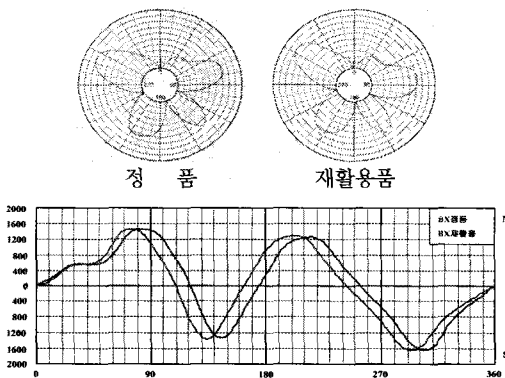
현상기 롤러의 자기적 특성 분석을 위하여 현재 일반적으로 사용하고 있는 규격품 30여개 중 BX와 XP 8/16(일명 1663) Laser Printer Cartridge의 현상기 Roller에 대해 정품과 재활용품 2개를 샘플로 채취하여 특성을 비교하였다.

Magnet Roller의 자기적 특성 측정은 BX(18[mm Φ]×305[mmL])와 XP 8/16(14[mmΦ]×305[mmL])를 길이 방향으로 3등분(Left, Middle, Right Point)하여 둘레[Φ]방향으로 측정하였고, 둘레방향으로 4등분(72°, 144°, 216°, 288°)하여 길이[L]방향으로 각각 측정하였다[5,6].

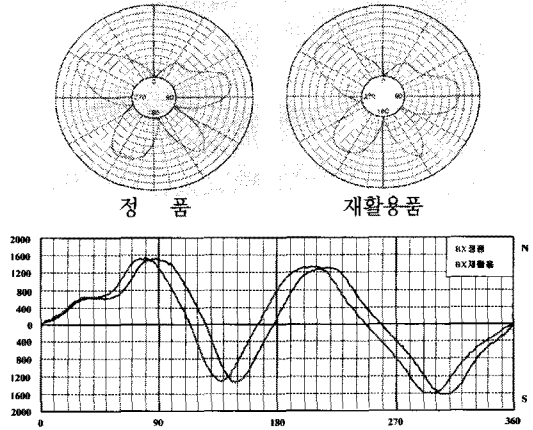
[그림 1-3]은 BX롤러의 정품과 재활용품에 대해 각 지점에서 측정한 결과들 값이다. 측정한 결과에서 나타나듯이 정품과 재활용품 모두 피크 값은 비슷하게 나타나고 있지만 정품보다 재활용품이 약간 피크 값이 나타나는 각도가 뒤쳐지는 현상이 나타났다.



[그림 1] BX 롤러의 왼쪽지점 측정값

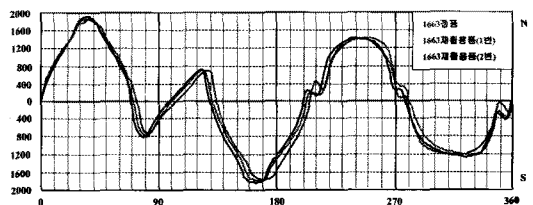
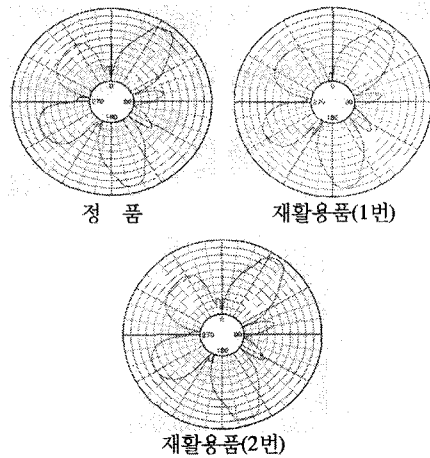


[그림 2] BX 롤러의 중앙지점 측정값

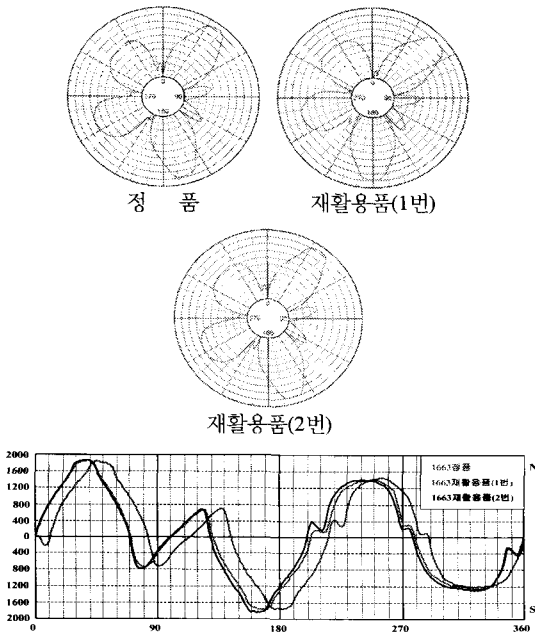


[그림 3] BX 롤러의 오른쪽지점 측정값

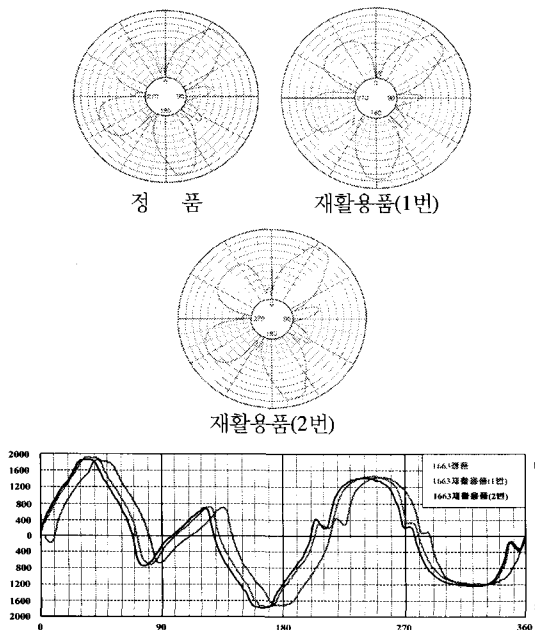
[그림 4-6]은 XP 8/16롤러의 정품과 재활용품에 대해 각 지점에서 측정한 결과들 값이다. BX롤러와 마찬가지로 측정한 결과에서 나타나듯이 정품과 재활용품 모두 피크 값은 비슷하게 나타나고 있지만 정품보다 재활용품이 약간 피크 값이 나타나는 각도가 뒤쳐지는 현상이 나타났다. 이러한 현상은 롤러 측정 시 약간의 변형의 원인으로 작용한 것으로 본다.



[그림 4] XP 8/16 롤러의 왼쪽지점 측정값



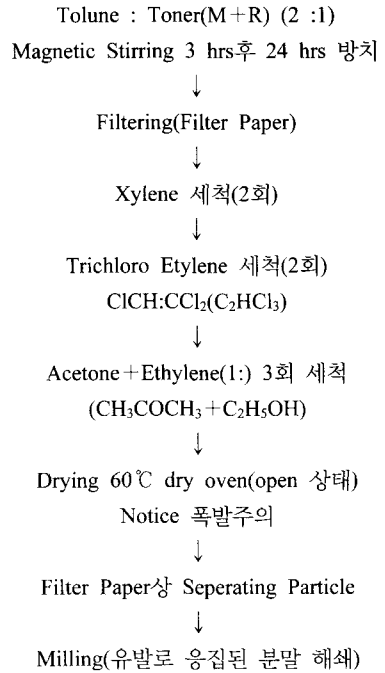
[그림 5] XP 8/16 롤러의 중앙지점 측정값



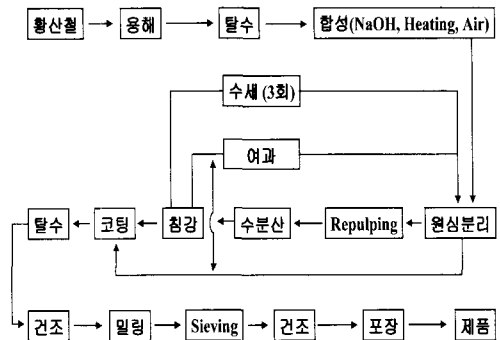
[그림 6] XP 8/16 롤러의 오른쪽지점 측정값

2.2 현상기 Toner의 특성 분석

Toner Powder의 Magnetite(Fe_3O_4)의 분리 방법은 다음과 같다.



제조공정은 [그림 7]과 같다.



[그림 7] 제조공정

2.2.1 SEM(Scanning Electron Microscope)

정품 토너는 대체적으로 동일한 입자를 나타내고 있지만 재활용 토너는 아주 미세한 소립자가 분포되어 있고 불균일하게 나타났다.

또한 정품 토너는 Magnetite(Fe_3O_4)가 보편적으로 수직하고 잘 혼합 분산되어 밀집되어 타원형 같지만 거의 구형태로 나타나고 있지만, 재활용 토너에서는 Magnetite(Fe_3O_4)가 수직하고 친화력이 없고 분포가 균일하지 못하며 구형태 과립이 잘 이루어지지 않았고, 수지가 한쪽으로 몰려있는 형태로 나타났다.

이러한 원인은 분산이 잘 이루어지지 않았거나 수지가

적합하지 않거나 공정조건이 맞지 않기 때문이며, 정품 토너와 수지는 같지만 Magnetite(Fe₃O₄)가 틀리면 재활용 토너와 같은 현상이 나올 수 있다.

2.2.2 TGA(Thermal Gravimetry Analyzer)

정품 토너는 366.44~414.82[°C], Deriv. Weight는 -53.75[%/min]이고, Resin 무게는 53.69[%]로 나타났지만, 재활용 토너는 349.82~413.59[°C], Deriv. Weight는 -49.79[%/min]이고, Resin 무게는 49.75[%]로 나타났다. 이는 재활용 토너의 Magnetite(Fe₃O₄)가 다소 많게 나타나기 때문으로 사료된다.

2.2.3 EDS(Energy Dispersive Spectrometer)

분석 결과 정품에서는 Fe, Si, Ti, Ca, Cr과 O가 각각 64.941, 2.756, 0.494, 0.177, 0.127, 31.505[% Element]나 타났고, 재활용품에서는 망간이 제거되지 않아 Fe, Mn, Si, Ti, Cr과 O가 65.784, 0.333, 2.303, 0.210, 0.164, 31.206[%Element]로 나타났다.

2.2.4 TEM(Transmission Electron Microscope)

정품 토너의 Crystal system은 Cubic 구조로 나타났지만, 재활용 토너는 Cubic이지만 소미립자가 분포되어 나타났다. Cubic은 각이 지기 때문에 수지와 잘 혼합되지 않은 이유도 있지만, 재활용 토너의 소미립자 분포는 agglomerate를 일으켰기 때문으로 사료된다.

2.2.5 VSM(Vibrating Sample Magnetometer)

2.2.5.1 용해 전

Hc[Oe], Ms[emu/g]와 Mr[emu/g]가 정품과 재활용품에서 각각 57.5, 29.8, 1.7과 80.7, 32.2, 2.2로 나타났다.

2.2.5.2. 용해 후 Hc[Oe], Ms[emu/g]와 Mr[emu/g]가 정품과 재활용품에서 각각 87.6, 48.6, 4.1과 88.3, 57.0, 5.0으로 나타났다.

[표 1]에서와 같이 Resin과 Magnetite(Fe₃O₄)용해 분리 후의 자기적 특성은 모두 같은 반면에 용해 분리전의 자기적 특성은 많은 차이가 나타나고 있으며, 분산이 잘 이루어지지 않았거나 수지가 적합하지 않거나 공정조건이 맞지 않기 때문으로 사료된다.

3. 결 론

본 연구에서는 재활용에 따른 현상기 Roller의 자성 분포를 조사하여 신제품과 비교함으로써 재활용의 사용가능성 및 자성체의 경시변화에 대해 제안하였다.

복사기, 레이저 프린터, 보통용지팩스(PPF), 디지털복사기 Toner는 주로 Magnetite (Fe₃O₄)와 Ferrite(Fe₂O₃) 성분계가 대부분이며 Laser Printer 현상기 Roller의 재활용을 위해서는 Toner의 Magnetite는 Hc : 90~95[Oe], Ms : 80~85[emu/g], Mr : 9~10[emu/g], particle size : 0.22[μm], 비표면적 : 4~6[m²/g], Magnetite 함량 : 48~50[%], 흑색도(I.D) : 1.42의 특성과 Magnetite(Fe₃O₄) 40~45%와 수지(Resin) 55~60% 혼합하여 제조되어야 한다.

참고문헌

- [1] 미래 공학도를 위한 재료과학, 교보문고, 2006, 8, 초판 4쇄
- [2] 방진·고전압공학, 동명사, 1991, 3
- [3] 전국계측기초, 동일출판사, 1995, 2
- [4] C. A. Smith and A. B. Corripio, principles and practice of automatic process control, Wiley-Interscience, 2002.
- [5] C. D. Johnson, "Disturbance-accomodating control; an overview", proc. ACC, pp. 526-536, 2004.
- [6] Howard Kaufman, Izhak Bar-Kana and Kenneth Sobel, "Direct Adaptive Control Algorithms," Springer-Verlag, 1999
- [7] B. C. Kuo, Automatic Control Systems, Prentice-Hall, 1991
- [8] Robert H. Bishop, Modern Control System Anlysis and Design Using MATLAB, Addison-Wesley Publishing Company

[표 1] Magnetic Roller

구 분	Peak (Gauss)					
	N극			S극		
	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave
XP8/16	1875.0	1406.3	1640.6	1806.6	732.4	1269.5
BX	1103.5	957.0	1030.25	1230.5	996.1	1113.3
구분	Interval[deg]			Total Area		
	Max.	Min.	Ave.	N극	S극	N+S극
	XP8/16	102.0	30.0	72.0	159296.9	162802.7
BX	114.0	53.0	90	109423.8	101191.4	210615.2

조 현 섭(Hyun-Seob Cho)

[중신회원]



- 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