

## 최신 화상 재료의 소개 -마이크로 캡슐 토너-

이용규<sup>1</sup> · 정경모<sup>†</sup> · 코세키 켄이치

접수일(2012년 11월 26일), 수정일(2012년 12월 11일), 채택일(2012년 12월 13일)

### Introduction of the Advanced Imaging Materials - Micro-encapsulating Treatment of Toner -

Yong Kyu Lee<sup>1</sup>, Kyoung Mo Jeong<sup>†</sup> and Ken'ichi Koseki

Received November 26, 2012; Received in revised form December 11, 2012; Accepted December 13, 2012

#### ABSTRACT

The aim of this general remarks is to introduce the results concerning the thermo physical, charging, developing and fusing characteristics of micro-encapsulated (MC) model toners in order to apply to the toner of electrophotographic system at the condition of a low temperature. In order to clarify the fusing mechanism of MC toner, rheological analysis of the toner was chosen. It was suggested that MC toner had a different fusing mechanism compared with non-MC toner. Some kinds of MC model toners showed a good result on adhesion test as well as cohesion test. Also, it was possible to get the good charging and development characteristic of MC toner for printing test with laser printer.

**Keywords:** *Electrophotography, micro-encapsulated toner, rheology, cohesion test, charging characteristic, development characteristic, imaging material, low-temperature fixing*

#### 1. 서론

최근, 화석연료 소비에 기인하는 이산화탄소의 배

출과 그 영향으로부터 발생한 지구온난화를 비롯한 환경문제에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 에너지 사용의 효율화를 목적으로 다양한 시도와 노력이 이루어

• 일본 찌바대 대학원 융합과학연구과 (Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522, Japan).

1. 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea).

† 교신저자(Corresponding author): E-mail; kmjeong@faculty.chiba-u.jp

지고 있다.

전자사진 시스템을 이용한 복사기, 복합기 분야에 있어서도 에너지 절감에 관한 법을 시작으로 국제 에너지 스타 프로그램 등으로 대표되는 국제 규격을 포함한 각종 환경기준이 제정되고 있다. 전자사진 시스템에서는 약 70% 이상의 전력을 정착 프로세스에서 소비하고 있고, 환경에 대한 배려차원에서 복사기 및 복합기에 대한 에너지 소비의 절감이 요구되고 있다.<sup>1)</sup>

전자사진 장치의 정착기술은 에너지 절감, 고속화, 고화질화 등 전자사진의 기본적 성능에 관계된 기반기술으로써, 소비전력의 절감과 관련된 연구개발 및 특허 보고가 적극적으로 이루어지고 있다.<sup>2)</sup> 한편, 이와 관련하여 보다 효율적인 시스템을 구축하기 위해 토너에 대한 성능향상의 요구도 높아지고 있다.

최근 현탁액중합법, 유화중합법, 유화중합법, 에스테르 신장중합법 등과 같은 다양한 제조방식을 이용한 중합토너가 개발, 보고되고 있다.<sup>3-6)</sup> 중합토너의 기술동향은 화질향상을 위해 토너의 입경은 작아지고, 컬러인쇄와 에너지 절감을 위해 수지의 저 용점화가 진행되고 있다. 특히 저온 정착성과 토너의 내구성의 동시 구현을 목적으로 코어-셸의 2층 구조를 갖는 캡슐형 토너<sup>7)</sup>에 대해 활발한 연구가 이루어지고 있으며 제조 방법과 관련된 다수의 특허가 보고되고 있다.

심재를 용점이 낮은 수지로 하는 캡슐형 토너의 상

용화는 정착 시스템의 효율화를 위해서도 특히 중요하다. 한편 캡슐형 토너의 정착 기구를 명확히 하기 위해서는 캡슐화한 저온 용융 토너의 열 거동에 대한 정확한 이해가 필요하다. 2층 구조를 갖는 마이크로 캡슐 토너의 용융 메커니즘의 해석을 위해 토너의 레올로지 특성을 평가하는 것은 유효한 방법으로 생각되며 전자사진 적성에 대해서도 검토가 요구된다. 이와 관련된 연구로서 저온용융 토너의 보존안정성 등을 개선하기 위한 목적으로 제안된 마이크로 캡슐토너에 대해 검토한 결과를 소개하고자 한다. 또한 이에 앞서 전자사진에 대한 이해를 돕기 위해 전자사진 프로세스<sup>8,9)</sup>와 전자사진 토너에 요구되는 특성에 대해서 개론한다.

### 2. 전자사진 프로세스

전자사진의 원리는 고체의 광도전성을 이용해서 감광체 표면에 눈에 보이지 않는 대전된 화상을 형성하고, 그 곳에 착색입자인 토너를 정전기적으로 부착시켜 눈에 보이도록 현상하고, 이것을 종이에 전사, 정착시켜 화상을 형성하는 것으로 요약할 수 있다. 전자사진을 대표하는 Carlson 방식은 6개의 과정(대전/소전, 노광, 현상, 전사/분리, 정착, 클리닝)을 거쳐 화상을 형성한다 (Fig. 1).

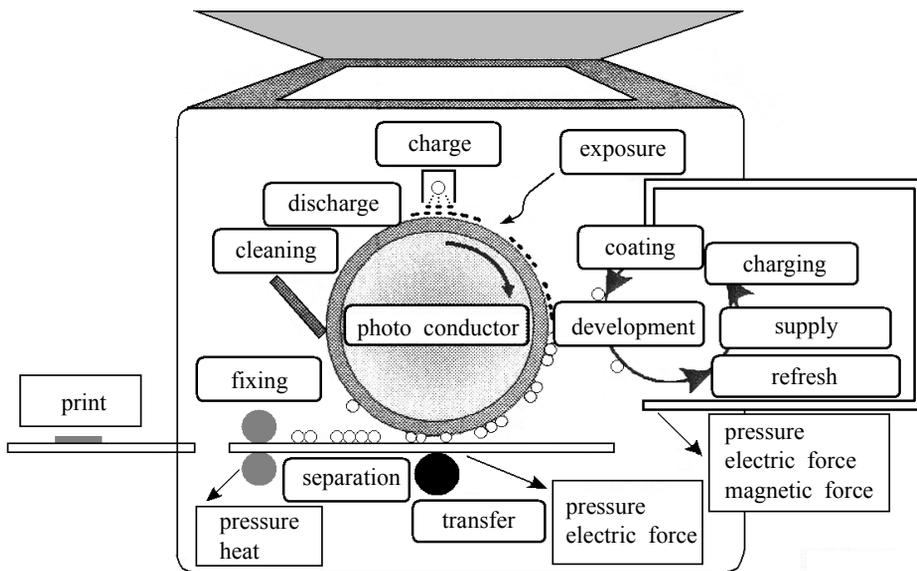


Fig. 1. The physical action to a toner in an electrophotographic system.

## 2.1 대전/소전 (charge/discharge)

대전이란 감광체를 높은 에너지 상태로 끌어올리는 공정이다. 소전은 감광체의 표면과 내부에 잔류된 전하를 소거하고 초기상태로 되돌리는 공정이다.

## 2.2 노광 (exposure)

감광체에 축적된 에너지를 화상정보에 의해 변조시키고 빛으로 방전시켜 눈에 보이지 않는 이차원의 정전상(靜電像)을 형성하는 공정이다. 원고로부터 얻어진 반사광을 감광체의 노광에 이용하는 아날로그 방식에 비교하여 노광전용의 광원을 이용하는 디지털 방식은 고효율이고 고해상도의 노광이 가능하다.

## 2.3 현상 (development)

정전기력에 의해, 눈에 보이지 않는 정전상에 토너를 부착시키는 공정이다. 토너 하나하나를 목적의 위치에 이동시키는 것이 아니라, 다수의 토너를 목적하는 영역에 동시에 이동시키는 것으로 고감도의 고속 처리가 가능하다. 토너에 대해서는 압력과 함께 전기, 자기적 힘이 작용하는 공정이다.

## 2.4 전사/분리 (transfer/separation)

감광체 표면의 토너상을 전사재인 종이에 이동시키는 공정이다. 토너에 대해서는 압력과 함께 자기적 힘이 작용하는 공정이다.

## 2.5 정착 (fixing)

토너를 전자지에 밀착시킴과 동시에 색, 광택을 발현시키는 공정이다. 종이의 접착을 위해서는 열에 의해 용융된 토너를 종이에 충분히 스며들게 할 것과 적어도 종이 섬유에 견고히 부착시킬 필요가 있다. 종이의 온도를 높여 용융된 토너를 식지 않도록 할 필요도 있다. 토너에 대해서는 열과 압력이 작용하는 공정이다.

## 2.6 클리닝 (cleaning)

감광체 표면의 토너 및 오염물질을 제거하는 공정이다. 또한 열화된 감광체 표면을 회복시키는 기능을 겸하는 경우가 많다.

# 3. 토너의 분류 및 요구특성

토너의 분류 및 요구특성<sup>10)</sup>에 대하여 설명한다.

## 3.1 토너의 분류

전자사진에 이용되는 토너는 전자사진 시스템의 토너의 하전방법의 차이에 의해 분류되지만, 이외에도 토너의 현상방식, 기능, 제조법 등의 차이에 의해 분류된다.

### 3.1.1 현상방식에 의한 분류

건식 전자사진 시스템에 이용되는 현상제에는 토너만으로 구성되는 1성분 현상제와 토너와 캐리어로 구성되는 2성분 현상제가 있다. 이와 같은 현상제를 이용하는 건식 토너의 현상방법은 토너의 보급, 토너의 대전, 현상롤 상에서 현상제의 코팅, 현상, 현상이력해소와 같은 각각의 기능의 차이에 의해 여러 종류의 현상방식으로 분류된다.

이와 같은 현상방식에 이용되는 토너는 도전성 토너, 절연성 토너, 비자성 토너, 자성 토너, 1성분 토너, 2성분 토너, 바이폴라 마그네틱 토너, 하이브리드 토너, 1.5성분 토너 등으로 분류된다.

습식 토너의 현상방식과 습식토너에 대한 설명은 생략한다.

### 3.1.2 기능에 의한 분류

정착 프로세스에서는 열에 의한 용융을 이용하는 열 정착방식과 압력에 의해 저점도화 되는 토너를 이용하는 압력 정착방식, 키세논 램프의 빛에너지를 토너에 흡착시켜 용융하는 플래시 정착방식 등이 있다. 이들 조건을 만족하는 토너로서 열 정착 토너, 압력 정착 토너, 플래시 정착토너와 같이 분류된다.

### 3.1.3 제조방법에 의한 분류

(가) 분쇄토너

물리적 분쇄에 의해 얻어지는 분쇄토너의 경우, 입자경의 균일화를 얻기 위해 분급과정이 필요하며 제조과정에서 장치내부에 발생한 열에너지에 의해 토너가 용착하는 문제점 등이 존재한다. 생산단가가 저렴한

이점이 있으나 중합토너와 비교하여 입자의 형상, 크기 등이 불균일한 특징을 가지고 있다.

#### (나) 중합토너

중합법은 토너의 형상의 제어, 구조의 제어가 가능하고, 입도분포도 좁게 되는 경향이 있다. 반면, 중합 불가능한 물질과 중합을 방해하는 물질은 재료로서 이용할 수 없는 제한점이 있다. 현탁중합법 토너, 유화중합 응집법 토너, 용해현탁법 토너, 에스테르 신장중합법 토너 등과 같이 분류된다.

### 3.2 토너의 요구특성

토너에 요구되는 특성으로는 광학적 특성, 유동성과 내구성 등의 구조 역학적 특성, 열적특성(점탄성), 전기적 특성(대전성), 보존성, 안정성 등으로 나누어진다.

#### 3.2.1 광학적 특성

토너의 광학적 특성으로는 얻어진 화상의 농도, 채도 및 광택을 들 수 있다. 화상의 농도와 채도를 향상시키기 위해서는 토너에 포함되는 색재의 농도를 높이는 것에 의해 얻어질 수 있다. 그러나 토너 중의 색재가 응집된 상태에서는 농도, 채도의 향상에 기여할 수 없기 때문에 색재의 고분산성이 중요하다. 화상의 광택은 사진과 그래픽 인쇄가 많은 컬러토너에서 고풍택이 요구되는 경우가 많다.

#### 3.2.2 역학적 특성

토너의 역학적 특성을 향상시키기 위해서는 일반적으로 바인더 수지의 분자량 분포를 고분자량으로 설계하는 것이 효과적이다. 또한 바인더 수지의 저분자량 성분을 낮추는 것도 좋은 방법이다. 그 밖의 역학적 특성으로 유동성을 들 수 있다. 토너의 유동성은 주로 외첨제가 토너 입자간의 반데르발스 힘을 제한함으로써 얻어진다.

#### 3.2.3 열적 특성

토너의 열적 성질을 결정하는 것은 주로 바인더 수지의 설계에 의해 정해진다. 저온 정착성과 내습트 성을 동시에 구현하기 위해서는 분자량 분포를 넓게 설계하고 저온 영역에서 용융하는 부분과 고온 영역에서

고무탄성을 유지하는 부분을 갖추도록 하는 것이 바람직하다.

#### 3.2.4 전기적 특성

토너의 대전성은 전자사진의 현상성에 관계된 중요한 특성이고, 바인더 수지, 안료, 전하 제어제, 왁스, 표면처리제의 모든 것이 관여하고 있다. 전하 제어제에 의한 대전 설계가 일반적이지만, 바인더 수지와 안료의 배합설계에 의해 대전량을 조정하는 것도 가능하다.

#### 3.2.5 보존성

토너의 보존성 즉 보존 안정성을 향상시키기 위해서는 일반적으로 바인더 수지의 유리전이온도(Tg)를 높게 설계하는 것이 효과적이다. 또한 토너의 표면을 외첨제에 의해 높게 피복시키는 것도 효과적이다. 그러나 어느 쪽의 경우도 저온 정착성을 악화시키는 효과를 나타내기 때문에 저온 정착성과 보존 안정성의 양립을 얻기 위한 적절한 선택이 필요하다.

#### 3.2.6 안정성

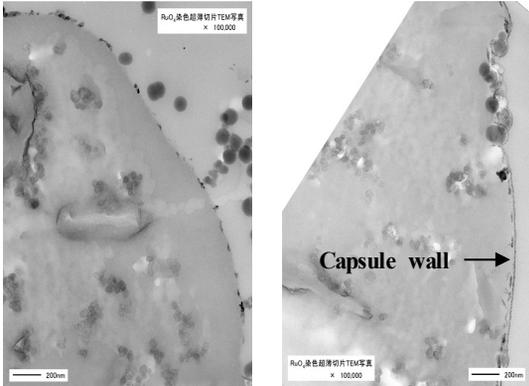
토너는 미세한 분체이며 카트리지에 봉입되어 있는 토너를 교환할 때 비산함으로 인해 흡입할 가능성이 있다. 종이 위에 인자되어 열람되기 때문에 인체를 비롯한 환경 안정성에 관한 요구가 엄격하다. 특히, 상품이 환경을 배려한 것을 나타내는 에코 라벨의 인증을 취득하기 위해서는 여러 가지 면에서 안전성에 대한 대응이 요구된다.

## 4. 마이크로 캡슐화 저온용융 토너

마이크로 캡슐화 저온용융 토너의 용융 메커니즘을 토너의 레올로지 특성을 이용하여 해석하고 캡슐층의 두께와 정착성과의 상관관계에 대해 설명하며 보존 안정성, 대전 특성 및 현상 특성에 대해서 보고한 결과를 소개한다.<sup>11-13)</sup>

### 4.1 토너의 제작

스틸렌과 n-부틸메타크릴레이트를 공중합 함으로써 용점이 다른 2종류의 저온용융 토너(M-01, 02)를 제작하였다. 그리고 *in-situ*중합법<sup>14,15)</sup>에 의해 열경화



**Fig. 2. TEM (Transmission Electron Microscope) photograph of sample toner (Left: Chemical toner, Right: MC toner).**

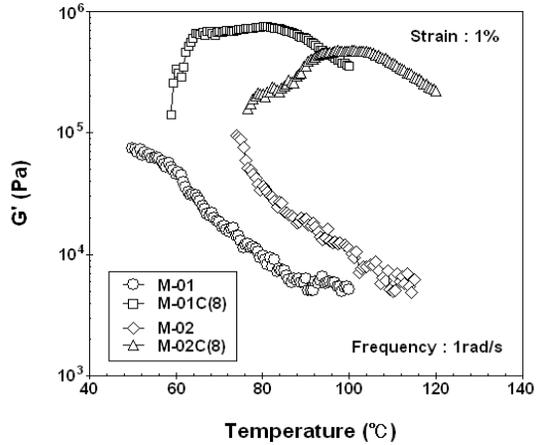
성 멜라민 수지의 박막을 형성시켜 캡슐층의 두께가 약 8 nm의 2종류의 마이크로 캡슐형 모델 토너(M-01C(8), 02C(8))를 제작하였다. 저온 정착성과의 상관관계를 검토하기 위해 용점이 59℃부근이고 캡슐층의 두께가 약 3, 5 nm가 되는 2종류의 MC형 모델토너 (M-01C(3), 01C(5))도 제작하였다. 이해를 돕기 위해 중합토너와 캡슐토너의 투과형전자현미경(TEM) 사진을 Fig. 2에 나타내었다.

현상특성의 평가를 위해서 흑색토너의 제작이 필요하기 때문에 안료 투입량(0, 1, 5, 10wt%)이 서로 다른 4종류의 토너(T-01, 02, 03 04)를 제작하였다. 그리고, *in-situ*중합법에 의해 열경화성 멜라민 수지의 박막을 형성시키는 것에 의해, 캡슐층의 두께가 약 6 nm의 4종류의 토너(T-01C, 02C, 03C, 04C)를 제작하였다.

**4.2 점탄성의 온도 의존성**

레올로지 측정은 점탄성 측정장치 Physica MCR (Anton Paar社)를 이용하였다. 측정 조건으로서 변형 1%, 각주파수 1 rad/s로 50℃-120℃의 온도범위에서 온도 의존성을 측정하였다.

토너에 대한 저장 탄성율(G')의 온도 의존성 측정결과를 Fig. 3에 나타내었다. 비(非)MC형 모델토너의 경우 온도가 상승하면 토너의 내부구조가 연화 및 용융되어 G'은 단순저하 한다. 이와 비교하여 MC형 모델토너의 경우는 G'의 상승영역이 존재하며 증가된 G'이 MC-01C(8)은 80℃부근까지, MC-02C(8)은 100℃부

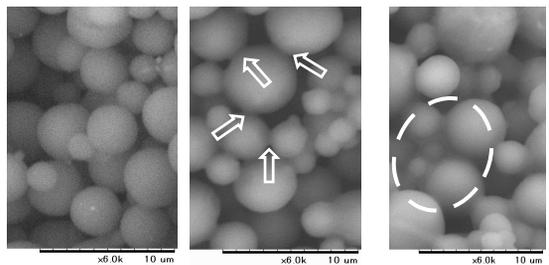


**Fig. 3. Result of temperature dependence of storage modulus for the four kinds of model toners at temperature ranging from 50℃ to 120℃.**

근까지 유지되는 경향을 보이고 있다.

MC형 모델토너의 심재부는 온도의 상승과 함께 비 MC형 모델토너와 같이 구조의 연화와 함께 용융되는 것으로 생각된다. 한편 G'의 상승영역이 존재하는 점탄성 결과로부터 판단하면 캡슐층이 토너의 용점부근에서 순간적으로 파괴되어 토너가 용융되는 것이 아니라 캡슐내에서 용융된 성분이 천천히 캡슐층을 통해서 스며 나와 점탄성의 변화를 나타내는 것으로 생각된다.

MC형 모델토너(MC-01(8))를 60℃와 70℃의 온도에서 일정시간 가열한 후 상온으로 냉각하여 관찰한 SEM 사진을 Fig. 4에 나타내었다. 온도상승에 따른 캡슐 내부의 수지가 용융되고 그 일부가 캡슐층을 통해서 스며 나와 토너 입자 사이에서 점착제와 같이 존재하는 것을 알았다. 또한 용점부근에서 최초 용융이 시작된



**Fig. 4. SEM photograph of model toner (MC-01C(8), Left: 25℃, Center: 60℃, Right: 70℃).**

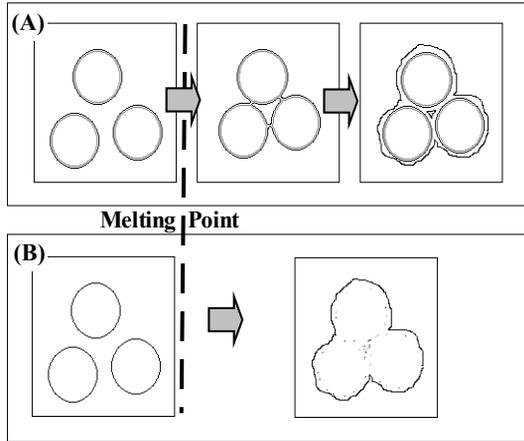


Fig. 5. Schematic diagram of cohesion mechanism of model toners on structural variation as a function of increasing temperature ((A) M-01C(8), (B) M-01).

심재부의 수지성분이 주변 온도가 상승함에 따라 캡슐층을 통해 스며 나오는 것으로 생각된다.

수지성분의 용출량은 온도와 압력조건에 의존하는 것으로 생각되며 Fig. 5에 그와 관련한 모식도를 나타내었다. 용점을 지난 비MC형 모델토너는 용융이 시작되고 최종적으로 균질한 용융상태에 도달하는 것으로 생각된다. 그러나 MC형 모델토너는 용융된 수지성분이 캡슐층을 통해 스며 나오기 때문에 용출된 수지성분이 토너와 토너의 사이에 존재하게 되고 수지성분의 용출량이 충분하지 않은 온도범위에서는 토너간의 마찰력을 증대시켜 내부응력의 증가 및 증가된 응력이 일정기간 유지되는 영역이 존재하는 것으로 생각된다.

4.3 정착성과 모델토너의 레올로지 특성

MC형 모델토너의 경우 수지성분의 용출속도는 캡슐층의 두께에 의존하는 것으로 생각된다. 따라서 캡

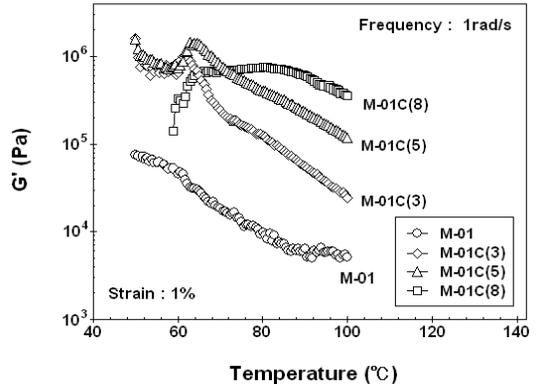


Fig. 6 Result of temperature dependence of storage modulus for the four kinds of model toners at temperature ranging from 50°C to 100°C.

슐층의 두께와 정착성과는 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다. 모델 토너MC-01C(3), MC-01C(5)에 대해서 측정된 G'의 온도 의존성의 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 심재부의 수지성분의 용점에 해당되는 59°C부근에 있어서, 일시적으로 G'의 증가를 보이고 있으나 온도가 상승함에 따라서MC-01C(3)와 MC-01C(5)는 G'이 감소하는 경향을 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 캡셀의 두께가 얇아짐에 따라서 수지성분의 용출량이 증가하고 토너의 움직임이 자유롭게 되어 구조의 변화가 나타난 것을 의미한다.

모델토너의 정착성 평가 결과를 Table 1에 나타내었다. 캡슐층의 두께가 얇아지고 정착시간이 길어짐에 비례하여 정착성이 좋아지는 것을 알 수 있다. 이 때 “Very good” 은 토너가 용착하고 종이에 충분히 고정화 되어 점착 테이프에 부착되어 떨어지지 않는 경우, “Good” 은 토너가 용착하고 종이에 충분히 고정화 되어 점착 테이프에 부착되어 거의 떨어지지 않는 경우, 그리고 “Poor” 는 토너가 용착하나 종이에 대한 고정화가 불충분하고 점착 테이프에 상당한 양이 부착되어

Table 1. Adhesion test of model toners

Toner	Fusing time (s)			
	20	40	60	
Non-MC toner	M-01	◎	◎	◎
	M-01C(8)	△	△	△
MC toner	M-01C(5)	△	○	◎
	M-01C(3)	○	◎	◎

◎:Very good, ○:Good, △:Poor, Fusing temperature: 95 °C

**Table 2. Cohesion test of model toners**

Toner		Fraction of pass through ( wt% )			
		Room temp.	55℃, 24 h	60℃, 2 h	80℃, 2 h
Non-MC toner	M-01	95	00	01	-
MC toner	M-01C(8)	99	99	99	-
Non-MC toner	M-02	98	91	-	1
MC toner	M-02C(8)	98	98	-	96

떨어지는 경우를 뜻한다.

**4.4 토너의 보존 안정성**

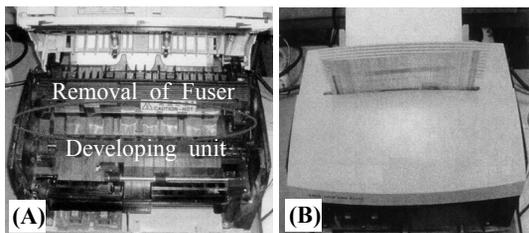
수지성분이 용융하기 시작하는 용점 부근의 온도 55℃에서 24시간, 또한 거의 용점에 해당하는 60℃에서 2시간 보존해 놓았던 M-01계 모델토너에 대한 보존 안정성을 측정 한 결과를 Table 2에 나타내었다. 보존 안정성은 체진동기를 이용하여 평가하였다. 용융되어 토너간의 응집이 발생하면 통과량은 줄어들게 되므로 보존 안정성은 통과량이 높을수록 좋다고 평가하였다.

M-01모델 토너는 가열에 의해 거의 대부분의 토너가 응집되어 버리는 것과 비교하여 MC형 토너인 MC-01(8) 모델토너는 용점부근의 온도에 있어서도 충분한 보존 안정성을 나타내는 것을 알았다.

M-02계 모델 토너의 경우도 수지성분의 용점부근에 해당하는 80℃에서 2시간 보존한 후 보존 안정성을 측정 한 결과를 보면 MC형 토너인 MC-02(8) 토너는 충분한 보존 안정성을 나타내는 것을 확인할 수 있고 수지성분의 용점이 다르더라도 캡슐층의 존재에 의해 보존 안정성이 확보될 수 있음을 알았다.

**4.5 대전 및 현상특성의 평가**

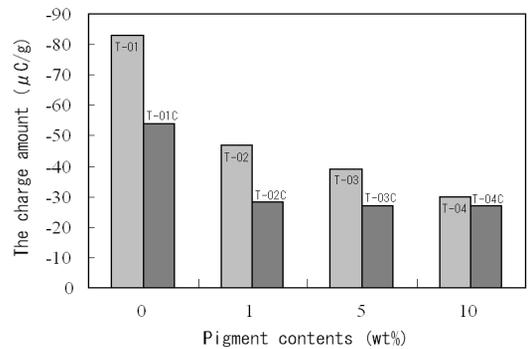
토너에 대한 대전특성의 측정결과를 Fig. 7에 나타내었다. 안료 투입량의 증가 및 캡슐화는 대전량이 감소하는 원인이 되는 것으로 생각된다. 그러나 대전율



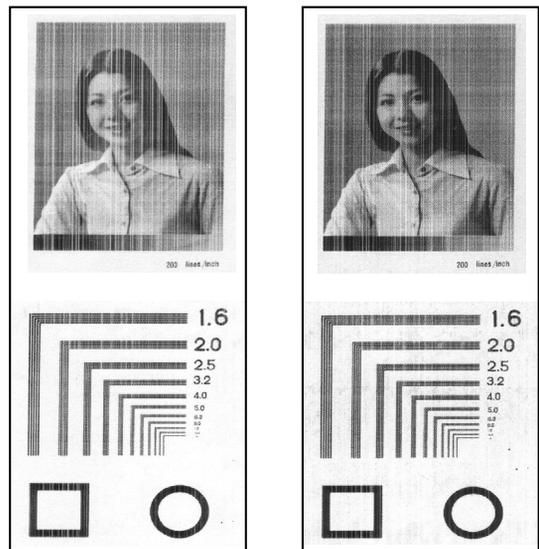
**Fig. 7. Evaluation of development characteristics for the sample toners using by laser printer.**

의 감소를 일정수준에서 억제하는 것이 가능하고 현상 프로세스에서 요구되는 약 -30μ C/g의 대전량을 확보하는 것이 가능하였다.

대전된 토너를 이용하여 종이위에 화상을 형성하기



**Fig. 8. Charging characteristics of the eight kinds of sample toners.**



**Fig. 9. Results of the imaging characteristics for the two kinds of sample toners (Left:T-04, Right:T-04C).**

위해 레이저 프린터를 이용하였다. 정착유닛의 온도 조건을 모델토너의 정착온도에 맞게 최적화시키는 것이 곤란하였기 때문에 정착유닛을 통과하지 않고 프린터의 현상유닛만을 통과시킨 종이를 도중에 장치로부터 분리시켜 열풍건조기를 이용해 정착과정을 수행하였다 (Fig 8).

토너에 대한 현상특성의 평가는 안료의 투입량이 10%인 비MC형 토너(T-04)와MC형 토너(T-04C)의 인쇄화상을 비교하는 방법을 이용하였다. 토너의 공급은 수작업으로 행해졌기 때문에 줄무늬가 생겨 화상의 품질은 충분하지 않지만 캡슐화를 행하더라도 비MC형 토너(T-04)와 동등한 화상품질을 얻을 수 있었다 (Fig. 9).

## 5. 결론

마이크로 캡슐토너의 경우, 비MC형 토너와 다른 용융 메커니즘을 갖는 것이 명확해졌고, 저온용융 토너의 마이크로 캡슐화를 통해 보존안정성을 확보하는 것이 가능한 것을 알 수 있었다. 그 밖에 MC형 토너에 대해 정착성, 대전 및 현상특성과 같은 전자사진 토너에 요구되는 특성에 대해 검토함으로써 비MC형 토너에 상당하는 우수한 특성을 나타내는 것을 확인하였다. 금후, 정착온도를 낮추기 위한 연구로서 바인더 수지의 저온화와 sharp melt화 등에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- Aoki, T., Design for environment on toner and developer, Journal of the Imaging Society of Japan, 44(4):250-258(2005).
- 平成22年度 特許出願技術動向調査報告書(概要) 電子写真装置の定着技術, 特許庁 (2011).
- Uchiyama, M., Current technologies of suspension polymerization toner, Journal of the Imaging Society of Japan, 46(4):255-260(2007).
- Kiyono, F., Technology development of EA HG toner, Journal of the Imaging Society of Japan, 46(4): 261-265(2007).
- Yamanouchi, T., Development of KONICA MINOLTA HD (High definition) digital toner produced by emulsion polymerization and coagulation method, Journal of the Imaging Society of Japan, 46(4):266-270 (2007).
- Yamada, H., Awamura, J., Nakajima, H., Kotsugai, A., Sasaki, F. and Nanya, T., Ester elongation polymerized toner, Journal of the Imaging Society of Japan, 46(4):271-276(2007).
- Yanagida, N., Shigemori, K. and Hasegawa, J., Polymerized toner/functional control of micron-size particles, Japanese Journal of Polymer Science and Technology, 57:336-345(2000).
- Electrophotography -process and simulation-, The Imaging Society of Japan, pp.9-10(2008).
- Tada, T., Physical properties and electrophotographic characteristics of a toner, Journal of the Imaging Society of Japan, 46(6):451-458(2007).
- Chemical toner, The Imaging Society of Japan, pp.37-57(2008).
- Jeong, K.M., Kanno, T., Koseki K., Higurashi H. and Etoh K., Micro encapsulating treatment of toner in order to stabilize their properties evaluation of the rheological properties, Journal of the Imaging Society of Japan, 47(5):414-418(2008).
- Jeong, K.M., Koseki K., Tanaka Y., Higurashi H. and Etoh K., Micro encapsulating treatment of toner in order to stabilize their properties (Parts II) -evaluation of the rheological properties and printability by using model toners-, Journal of the Imaging Society of Japan, 48(2):92-97(2009).
- Jeong, K.M. and Koseki K., Micro encapsulating treatment of toner in order to stabilize their properties (Parts III) -evaluation of the electric charging properties and development characteristics-, Journal of the Imaging Society of Japan, 50(3):217-223 (2011).
- Etou, K. and Higurashi, H., New imaging materials 1. functional microcapsules, Journal of Printing Science and Technology, 37(1):28-33(2000).
- Etou, K. and Higurashi, H., Micro encapsulation of electrophotographic printing toner, Journal of the Imaging Society of Japan, 43(3):134-141(2004).