

열팽창성 마이크로캡슐

서론

마이크로캡슐은 본래 매우 미소한 용기를 의미하는 말이지만, 일반적으로 이 미소한 용기의 내부에 핵(core) 물질이라고 불리우는 액체, 고체, 또는 기체를 넣어 봉한 것을 말한다. 크기에 관하여 명확한 규정은 없지만 대략 5~500 μm 정도의 것이 많다. 각(shell) 물질은 통상 젤라틴, 아라비아 고무등으로 대표되는 천연물과 폴리아미드, 폴리에스테르등의 합성 고분자로부터 미립자 분체와 무기질의 경우도 있다. 1954년 마이크로캡슐 기술을 이용한 감압복사지(no-carbon paper)가 미국 National Cash Register사에 의해 처음으로 상품화된 이래 의약, 농약, 향료, 화장품, 접착제, 도료, 표시용 액정등의 상품에도 마이크로캡슐화 기술을 이용한 것이 나타나고 있다.

열팽창성 마이크로캡슐

열팽창성 마이크로캡슐은 비교적 저온에서 단시간의 가열에 의해, 직경이 4~5배, 체적은 50~100배로 팽창하는 평균입경 10~30 μm 의 마이크로캡슐이다(Fig. 1). 이것은 이소부탄, 펜탄, 석유에테르, 핵산, 헵탄, 저비등점 할로젠화 탄화수소, 메틸실란

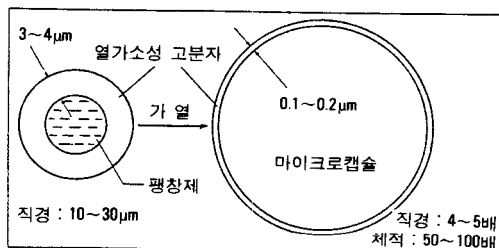


Fig. 1. 열 팽창성 마이크로캡슐

등의 휘발성 유기용제(팽창제)를 염화비닐리덴, 아크릴로니트릴, 아크릴산 에스테르, 메타크릴산 에스테르 등의 공중합체로 된 열가소성 수지로 둘러 싸여진 것이다. 마이크로캡슐이 각(shell)을 이루고 있는 고분자의 연화점 이상으로 가열되면 각 고분자가 연화를 시작하며 동시에 내재되어 있는 팽창제의 증기압이 상승하고 각이 넓게 퍼져서 캡슐이 팽창한다. 이때 내재되어 있는 팽창제의 대부분은 각(shell)을 투과하고 캡슐의 외부로 확산된다. 가열온도가 높아지면 팽창제의 투과가 빠르고 팽창배율은 저하한다. 마찬가지로 가열시간이 길어지면 한번 팽창한 캡슐은 수축을 일으키고 팽창 배율은 저하한다.

열팽창성 마이크로캡슐의 제조방법

일반적인 마이크로캡슐의 제조방법을 분류해 보면 화학적 방법(계면중합법, in-situ법, 액중경화피복법 등), 물리화학적 방법(충분리법, 액중건조법, 용해 분산냉각법, 내포물교환법), 기계물리적 방법(분말상법, 기중현탁피복법, 스프레이드라이빙법, 진공중착피복법, 정전기적 방법) 등이 있다. 열팽창성 마이크로캡슐에 관해서도 여러방법이 제안되고 있으나 in-situ 방법이 일반적으로 사용되며 현재 이 방법에 의해 공업화되어 있다. in-situ법에 의한 마이크로캡슐화는 핵(core)물질의 내부로부터 또는 외부로부터

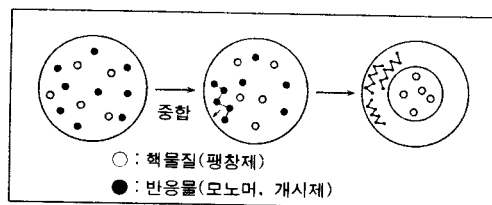


Fig. 2. in-situ법에 의한 캡슐화의 원리

한쪽 방향으로만 반응물(reactant)을 공급하고(모노머, prepolymer, 개시제등) 핵물질 주위에 고분자가각(polymer shell)을 형성시켜서 마이크로캡슐을 만드는 방법이다.

in-situ법에 의한 마이크로캡슐화의 원리를 Fig. 2에 나타내었다. 즉 중합에 의해 생성된 고분자가 핵물질 및 매체(동상 물)에 녹지않고 그 결과로 핵물질을 둘러싼 캡슐로 형성된다. 이 경우, 핵물질의 주위(계면)에서만 고분자가 석출하도록 반응물의 조성 및 매체의 물성을 결정하는 것이 중요하다. 핵물질(팽창제)과 고분자가각의 조합에 의해 여러가지의 캡슐을 만들 수 있으나 우수한 열팽창성 캡슐을 얻기 위해서는 팽창제의 비점과 구조, 고분자가각의 연화점, 가열시의 신율, 강도, gas barrier성 및 캡슐의 입도와 입도 분포를 잘 고려하여야 한다.

열팽창성 마이크로캡슐의 이용

맹인용 입체 복사(copy) 시스템

맹인에 대한 정보전달의 수단으로는 음성에 의한 것과 촉감에 의한 것이 있다. 점자는 촉감에 의한 정보전달의 수단으로서 오래전부터 이용되고 있지만 이것은 문장의 전달로서는 우수하여도 도형의 전달에는 불충분하다. 따라서 열팽창성 마이크로캡슐과 전자사진 기술을 조합하여 지면상에 입체화상을 형성시키는 기술이 개발되고 "맹인용 입체 복사 시스템"으로서 이용되고 있다.

Fig. 3에 입체화상 형성과정을 나타내었다. 감열 발포층은 열팽창성 마이크로캡슐과 바인더 수지로 이루어져 있다. 전자사진용 토너(toner)는 광의 흡수가 크고 할로겐 램프와 같은 광원의 조사에 의해 토너의 부착 부위에만 선택적으로 가열이 일어나고 열팽창성 마이크로캡슐이 팽창하여 표면의 융기가 일어난다. 이 융기된 부분은 감촉이 부드러우면서 마찰계수가 커진다고 한다. 따라서 이 시스템은 간단히 융기에 의한 높이차를 감지할 수 있을 뿐 아니라 미끄러움의 정도차를 감지하기 쉽기 때문에 빨리 판독하는 것이 가능하다. 그러므로 이 시스템은 점자

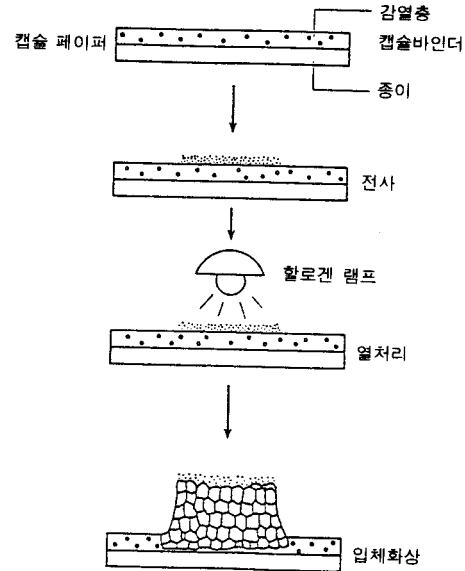


Fig. 3. 입체 화상 형성 과정

뿐만 아니라 도형, 악보, 지도등도 융기화상으로 가능하다.

발포 부직포

부직포에 바인더와 함께 함침하여 가열 발포시킨 경량(light weight) 핵(core)재료로의 용도가 있다. 이것은 FRP의 경량화 및 수지 사용량 감소의 용도로도 이용된다. 한편 경량화 이외에도 강성의 향상 그리고 진동방지 효과에도 기여한다.

종이

열팽창성 마이크로캡슐을 펄프와 함께 넣어 제지를 한 후 가열 발포된 종이는 경량화와 함께 불투명성이 증가하고 강성이 향상된다. 또한 열팽창성 마이크로캡슐을 도포하여 가열 발포된 감열기록지는 단열층이 형성되어 있기 때문에 인쇄 속도가 빠르고 인쇄품위가 좋게 된다고 알려져 있다.

다공체

열팽창성 마이크로캡슐을 이용한 다공성 foam층은 예를 들면 분리형 유기 발포제를 이용한 foam층에 비해 치밀한 독립 기포구조를 구성한다. 직포와 부직포에 우레탄 에멀전등의 수지와 함께 열팽창성 마

이크로캡슐을 도포 또는 함침하고 가열발포 시켜서 인조피혁을 제조하는 것이 가능하다. 고무 스폰지의 경우에도 가황성형시의 냄새 및 가스 누출이 없고 금형오염이 적다는 이점이 있다.

수축 방지제

일반적으로 열경화성 수지는 경화시 수축을 일으킨다. 예를들면 레졸, 불포화 폴리에스테르, 에폭시 수지 등에 소량의 열팽창성 마이크로캡슐을 첨가하여 성형하면, 가열조직 또는 경화열에 의하여 마이크로캡슐이 팽창하고 수축을 방지하는 것이 가능하므로 성형품의 치수안정성을 향상시킬 수 있다.

맺 음 말

열팽창성 마이크로캡슐은 앞에서 언급한 입체

copy 발포 잉크, 수축 방지제 등의 용도로 사용 가능하며 팽창한 후의 효과로는 다공질화, 슬릴 방지, 경량화, 단열성, 강성, 진동방지성의 향상이 있다. 시판된 초기에는 발포 잉크로서 벽지등의 용도가 대부분이었으나 최근에는 기능성 재료로서 여러가지 공업용도로 실용화 되고 있으며 또한 새로운 용도로의 감도가 진행되고 있다. 더우기 in-situ법에 의한 내열, 내용제성이 좋고 스팔 인쇄가 가능한 감압 복사지용 마이크로캡슐, 화장유를 내포한 화장용 마이크로캡슐과 에폭시 수지 내포 캡슐등이 개발되어 각종 용도로 사용되고 있다(高分子 40卷 4月號 p 248, 1991).

(럭키 고분자 연구소 유진녕)