

# 열 제어 기능성 멜라민 마이크로캡슐의 제조 및 특성

김대운, 박수민

부산대학교 응용화학공학부 섬유공학과

## 1. 서론

섬유집합체로서 의복에 보온성을 주는 목적은 가볍고 얇으면서도 보온성이 우수한 소재를 얻는데 있다. 이러한 의복과 인체의 쾌적성을 위해서는 인체, 의복, 외부 환경사이에서 끊임없이 일어나는 열, 수분, 에너지 전달이 효과적으로 이루어져 인체에 합리적, 그리고 심리적 쾌적성을 느낄 수 있음으로서 달성된다. 따라서 의복 및 신발의 쾌적성은 외부 환경의 변화조건과 인체의 운동 및 활동에 맞추어 열에너지의 전달 및 피부에서 외부로 전달되는 수분전달 등의 기능을 적절히 제어하여야만 한다<sup>1)</sup>.

이에 본 연구에서는 주변의 온도가 상승하면 녹으면서 열을 흡수하고, 주변의 온도가 낮아지면 결정화(crystallization)하면서 열을 방출하는 축열·방열성을 반복적으로 나타내는 에너지 물질인 PCM(Phase Change Materials)을 이용하여 지역, 계절, 신체 부위 등 다양한 온도환경에서 열제어 기능을 발휘 할 수 있는 멜라민 PCM 마이크로캡슐을 제조하고 그 특성을 조사하였다. 또한 제조된 캡슐의 크기 및 분포, 표면형태 그리고  $T_m$ ,  $T_c$  및  $\Delta H$ 와 제조된 PCM 마이크로캡슐을 신발소재(Insole, Outsole)에 처리하여 가공된 섬유의 순간접촉냉감( $Q_{max}$ ), 열전도도(thermal conductivity), 보온율(heat keeping)과 수분/공기 전달특성을 조사하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시약 및 시료

열제어 기능성 마이크로캡슐의 제조에 사용된 심물질로는 Octadecane, Nonadecane, Hexadecane (Lancaster Synthesis co, .Ltd), Heptadecane, Eicosane (Acros organics co., Ltd)을 사용하였으며, 벽재를 형성하기 위한 물질에는 멜라민수지로서 melamine prepolymer (melamine-80, 해동 산업)를 사용하였다. 그리고 상안정제에는 gelatin, powder(Yakuri pure chemicals co., Ltd Kyoto Japan)를 사용하였다. 이 외에 citric acid, MgCl, NaOH,  $CH_3COOH$  및 메탄올 등은 모두 1급 또는 특급시약으로 정제 없이 그대로 사용하였다. 또한 신발 소재는 신발 가피용 부직포를 사용하였다.

## 2.2 마이크로캡슐의 제조

일정농도의 젤라틴 수용액에 소정량의 PCM 물질을 넣어서 강하게 교반하여 O/W 에멀전을 형성하였다. 그런 다음 에멀전 용액의 교반속도를 낮추고 증류수에 완전히 용해시킨 멜라민 수지용액을 천천히 가한 다음 적정온도까지 승온하여 pH를 조정하고 이후 소정량의 경화제를 가하여 일정시간 동안 반응시켜 계면 중합법으로 PCM을 함유한 멜라민 마이크로캡슐을 제조하였다.

## 2.3 마이크로캡슐의 특성분석

제조된 마이크로캡슐의 구조는 FT-IR spectrophotometer (Nicolet Impact 400D)를 사용하여 KBr법에 의해 측정하였으며 particle size analyzer(CSI-1, Island)를 이용하여 마이크로캡슐의 입경 및 입도분포의 측정하였다. 형태 및 표면 분석은 SEM(Hitachi S-4200, Hitachi Co, Japan)을 이용하여 관찰하였고, PCM 처리 가공포의 열적 특성을 조사하기 위해 KES-F7 (Thermolabo II, Kato Tech. co., Ltd. Japan)를 이용하여 가공포의  $Q_{max}$ , 보온율, 열전도도, 그리고 투습성(KS K 0594)을 측정하였다. 또한 PCM 마이크로캡슐의 열분석은 DSC(220C Seico, Japan)를 사용하여  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 의 속도로  $50^{\circ}\text{C}$ 까지 상승시키고  $50^{\circ}\text{C}$ 에서 5분간 유지시킨 다음 같은 속도로  $-10^{\circ}\text{C}$ 까지 하강하여 심물질의 상전이온도 변화에 따른 융점, 결정화 온도 및 각 열량을 조사하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 PCM 마이크로캡슐의 형태 분석

Fig. 1은 제조된 PCM 캡슐의 SEM 사진을 나타낸 것이다. 제조된 PCM 멜라민 마이크로캡슐의 표면을 보면 비교적 내구성을 가진 멜라민 벽재에 의해 제조된 캡슐의 표면이 smooth함을 관찰할 수 있었다.

### 3.2 PCM마이크로캡슐의 제조 확인

Fig. 2에 나타난 멜라민수지, n-octadecane 및 PCM 마이크로캡슐의 FT-IR spectra를 비교해보면, PCM 마이크로캡슐의 경우  $3300\text{cm}^{-1}$ 에서 N-H stretching vibration에 의한 흡수피크,  $3100\sim 3000\text{cm}^{-1}$ 에서 C-H stretching vibration에 의한 흡수피크,  $1460\text{cm}^{-1}$ 에서  $-\text{CH}_3$ 에 의한 흡수피크로부터 목적으로 한 n-octadecane을 함유한 마이크로캡슐이 제조되었음을 확인하였다.

### 3.3 PCM 마이크로캡슐의 열적 특성

PCM 마이크로캡슐을 DSC에 의해 열분석한 결과 PCM 원인물질인 n-octadecane의 값보다는 다소 낮으나 흡열량  $215.9\text{ J/g}$ ,  $T_m$   $34.3^{\circ}\text{C}$  발열량  $225.4\text{ J/g}$   $T_g$   $22.3^{\circ}\text{C}$  로 본 실험에서 제조된 PCM 마이크로캡슐이 높은 흡열·발열량 가졌음을 확인 할 수 있었다.

제조된 PCM 마이크로캡슐을 신발소재 Insole, Outsole에 처리하여 측정된 순간접촉냉감

( $Q_{max}$ )은 증가하는 것으로 나타났으며 이는 인체에 시료가 닿았을 때 순간적인 열손실이 크다는 것을 알 수 있었다. 그리고 보온율은 처리농도가 증가할수록 낮게 나타났으며 열전도도는 큰 변화를 보이지 않았다. 또한 수분전달 특성은 PCM 처리 전에 비해 처리 후 다소 감소하는 경향을 나타내었으나, 처리농도에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

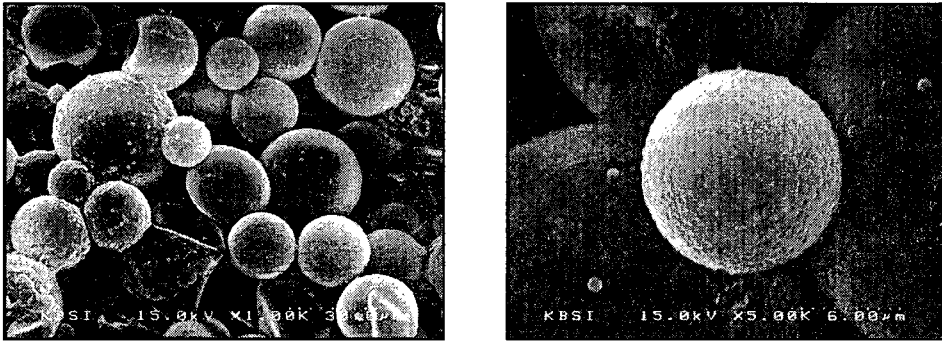


Fig. 1. SEM photographs of melamine microcapsule containing PCM(Hexadecane)

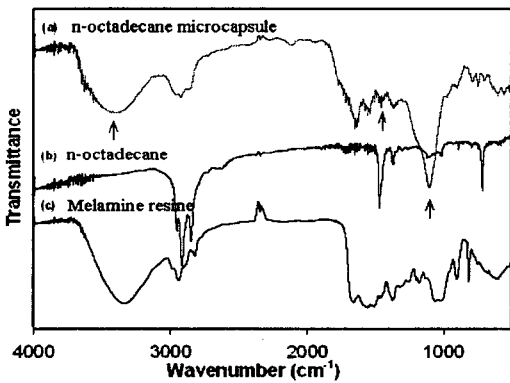


Fig. 2. FT-IR spectra of melamine microcapsule.

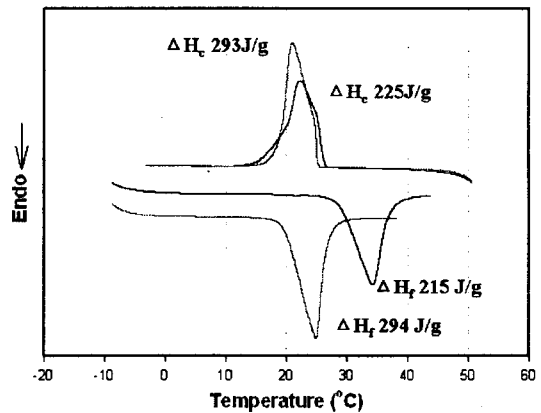


Fig. 3 DSC diagram of octadecane containing Microcapsule.

## 참고문헌

1. 김정혜, 옥타데칸 함유 마이크로캡슐의 축열·방열성을 이용한 자동온도온도조절 직물의 개발, 석사학위 논문, 연세대학교 대학원. (2001)
2. 이용환, 김준호, 윤지영, 폴리우레아계 방향성 마이크로캡슐의 제조 및 특성 분석 한국섬유공학회지 vol. 37, No. 12. (2000)
3. 小松精練(株), 加工技術, 36(12), 742-745(2001)
4. Shim H., McCullough E. *Textile Research Journal*, 71(6), 495-502(2001)