

## 천연 고분자 키토산을 소재로 한 유연하고 투명한 단열재

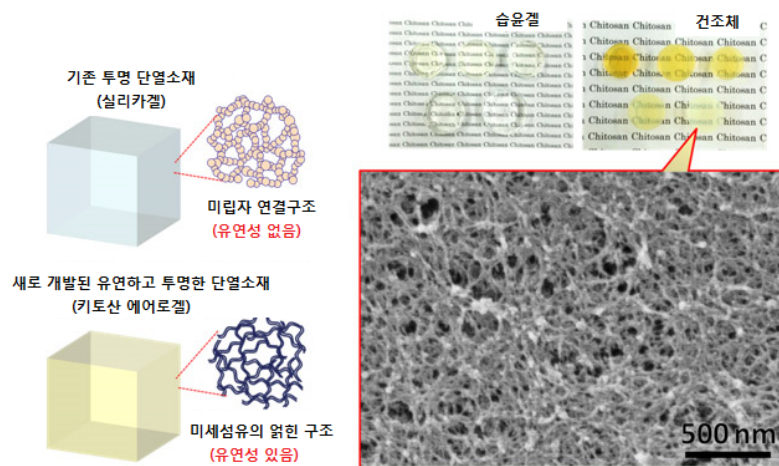
최근 일본에서는 천연 고분자인 키토산을 소재로 한 유연하고 투명한 고성능 단열재가 개발되었다.

주택 및 자동차의 창은 열에너지의 이동이 많은 곳이며, 냉난방에 필요한 에너지 소비를 억제하는 데 장애가 되고 있다. 최근에는 에너지 소비량을 절감하기 위해 적층 유리 및 진공 단열창 등의 기술이 신축 주택을 중심으로 이용되고 있지만, 무겁고, 두꺼우며, 곡면 형태의 제작이 어렵고, 시공이 힘들어 많은 비용이 소요되는 등 기존 주택 및 자동차 용도의 적용에 문제가 많다.

또한 다른 분야에서도 냉난방의 에너지 소비량을 절감할 수 있는 재료로서 투명성과 단열성, 유연성을 갖춘 재료가 요구되고 있지만, 기술적 장애가 높아 지금까지 실용화되지 못했다. 투명성과 단열성을 갖춘 재료로 초저밀도의 실리카겔이 있으나, 유연성이 없고 깨지기 쉬운 재료로 가공성과 기계적 강도가 문제가 되어 창문용 단열재로서 널리 보급되지 못하였다.

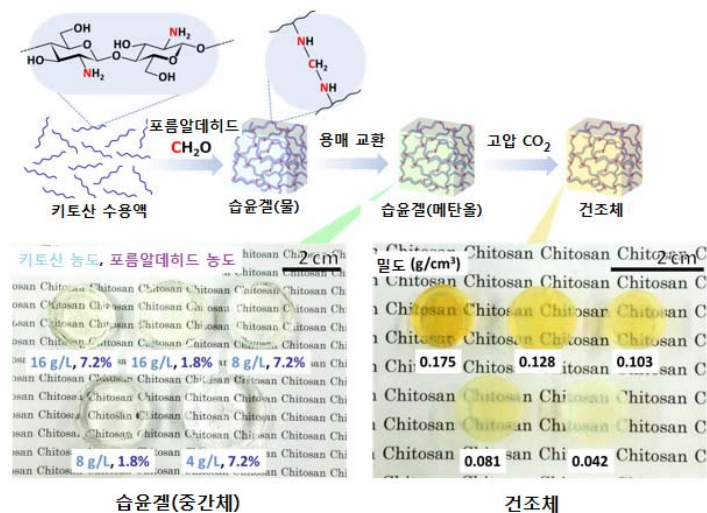
이번에 일본에서 새롭게 개발된 유연하고 투명한 단열재는 셀룰로스와 유사한 분자구조를 갖는 천연 고분자 키토산을 소재로 하고 있으며, 특수한 촉매 등을 이용하지 않는 제조 공정으로 제작된다. 키토산을 저농도의 초산에 용해하고, 포름알데히드 수용액을 첨가하여 키토산 분자간 화학적으로 결합시켜 습윤된 겔을 제조하였다. 이 겔에 함유된 수용액을 메탄올로 치환한 후 고압 이산화탄소를 이용한 건조공정을 통해 메탄올을 제거한 후 단열재를 제조하였다.

이렇게 제조된 단열재는 가벼운 소재로 부피의 97 %가 공기로 이루어진 초저밀도 에어로겔로, 직경 5~10 nm의 미세한 키토산 섬유가 3차원적으로 얽혀 있는 균질한 구조를 가진다. 이 구조는 균질하여 100 nm 이상의 크기에서도 얼룩이 없으므로 가시광을 산란시키지 않아 투명하다. 또한 단열재는 키토산 분자간의 화학결합으로 인해 황색으로 착색된다. 이러한 착색은 원료인 키토산 수용액과 포름알데히드 수용액의 농도를 낮추면 단열재가 보다 저밀도가 되어 옅어진다.



< 키토산 에어로겔 단열재 구조 및 전자현미경 사진 >

키토산 에어로겔로 제조한 단열재의 유연성을 압축시험을 통해 평가하였다. 실리카 에어로겔은 10 % 정도의 변형 시 깨져 버리는데 비하여 이번에 개발한 단열재는 95 % 이상의 변형에서도 깨지지 않으며 균일하게 압축되었다. 특히 얇은 단열재는 손으로 구부릴 수 있을 정도로 우수한 유연성을 가진다. 또한 개발한 단열재는 저밀도일수록 열전도율이 낮으며, 가장 낮은 것은 0.022 W/m·k였다. 이 값은 유리솜(0.04~0.05 W/m·k)과 발포 폴리스티렌(0.03~0.04 W/m·k) 등 시판중인 유연한 단열재보다 우수하며, 실리카 에어로겔(0.012~0.02 W/m·k)에 가까운 단열성능을 나타내고 있다.



< 키토산 에어로겔을 이용한 유연하고 투명한 단열재 제조 공정 및 외관 관찰 사진 >

이번에 개발된 유연하고 투명한 단열재인 키토산 에어로겔은 저가이며 환경조화성이 높은 소재로 이루어졌으며, 초산에의 용해 후 겔화시키는 간단한 공정으로 제조할 수 있다. 또한 우수한 단열성, 투명성 및 유연성을 함께 갖추고 있어 기존의 주택 창문에도 쉽게 설치할 수 있는 단열시트, 곡면 시공성과 얇고 경량성이 요구되는 자동차와 비행기의 창문 유리의 단열층 등 폭넓은 용도에서 투명한 단열재로 전개가 기대된다.

추후 착색 문제의 해결과 투명성과 유연성을 향상시켜 창문용 단열재로서의 실용화를 목표로 내습성, 내후성의 평가와 개선을 진행할 예정이다. 또한 독특한 조합구조를 활용하여 방진, 방음재료, 분자 흡착재료, 각종 복합 기능재료로의 전개도 검토할 예정이다.

♠ AIST, Nov. 29, 2015