

아라미드/층상 실리케이트

나노복합재료의 특성

1. 서 언

지난 20여년간 고분자-클레이(polymer-clay) 복합체는 많은 관심을 받아왔다. 팽윤성 점토(smectite clays)는 다루기 쉽고 값이 싸며, 유기 화합물을 삽입할 수 있는 수용력이 있다. 또한 고분자 매트릭스에서 다양한 방법으로 표면에 처리하거나 분산시키기 쉽다. 일반적으로 복합재료의 주요 성분은 고분자이며, 클레이는 적은 중량비로 잘 분산되어 첨가된다. 이와 같이 클레이를 적게 첨가하더라도 모듈러스, 강력, 열 및 불꽃 저항성, 액체 및 가스 차단 특성과 같은 고분자의 성능을 충분히 향상시킬 수 있다. 나노 복합재료는 운송, 건설, 전자 및 소비재 등 다양한 분야에 널리 적용되고 있다. 또한 나노 복합재료는 개별 재료에서는 나올 수 없는 우수한 스티프니스(stiffness), 강력 및 저밀도 특성을 갖는다. 고분자와 클레이를 적절히 조합하면, 넓은 온도 범위에서 강하고, 딱딱하고 강직한 특성을 갖는 복합재료를 제조할 수 있다. 방향족 폴리아마이드는 인장 및 충격 강도가 높고, 고온에서 내열성이 있으며, 내마모성이 우수하고 베어링과 같이 자기윤활 특성이 있다. 이러한 특성 때문에 방향족 폴리아마이드는 기계적으로 우수한 재료이며, 가장 우수한 고분자 복합재료이다. 방향족 폴리아마이드 섬유는 뛰어난 내열성과 강도로 많은 산업 분야에서 성공적으로 적용되어 왔다. 방향족 폴리아마이드 섬유의 매트릭스 구조 속에 층상의 실리케이트를 삽입함으로써 더욱 향상시킬 수 있다.

나노 복합재료 제조의 가장 유효한 방법은 고분자 재료의 나노 빌딩 블록(building block) 속으로 층상 실리케이트로 구성된 무기 클레이 미네랄을 분산시키는 것이다. 각 재료의 장점들을 살리는 조합방식은 고분자-크레이 나

노 복합재료 형성에서 중요한 문제이다. 삽입 방법의 나노 복합재료에 대한 보고가 많이 되고 있다. 예를 들면, 나일론 매트릭스에 실리케이트가 균일하게 단층으로 분산된 복합체가 있다. 나일론에 클레이 4 ~ 7wt%로 첨가하여 인장강력, 내충격성, 내열성 및 내방사선성이 향상되었으며, 물의 흡수는 크게 감소하였다. 이 복합체는 열 뒤틀림 온도가 2배 이상이 되어 나일론을 고온에서 사용할 수 있도록 하였다. 개질된 미카 타입의 실리케이트(Modified mica-type silicate)가 분산된 에폭시 수지는 미처리한 에폭시 수지에 비해 투과성이 감소하고 기계적 특성이 향상되었다. 투과성의 감소는 분산된 실리케이트 층이 매트릭스에서 많은 면적을 차지 하기 때문이다. 이 밖에도 에폭시 수지를 기본으로 하는 클레이 나노 복합재료가 많이 보고되고 있다. 클레이와 복합되는 유기 및 무기 재료는 다음과 같다. poly(methylmethacrylate), polystyrene, polypropylene, polyester, poly(etherimide), polyacrylate, polyamide-12, PS-co-MA 및 PE-g-MA, PVC, PVC-co-PVA-PVAc polyurethane, polyaniline, polyimide matrices. 이 모든 재료들은 클레이와 고분자로부터 시너지화된 복합 특성을 갖는다. 폴리아마이드 6와 클레이 나노 복합재료의 고온 X-ray 회절, 상대적 유동, 투과성 감소에 대한 보고도 있다. 에폭시/클레이 및 유리/에폭시-클레이 나노복합재료의 열적, 기계적 특성도 연구되었다. SBS(Styrene Butadiene Styrene Block Copolymer)/클레이 방사능 차폐 복합체는 산소 대기상 태에서 동적 저장 모듈러스(dynamic storage modulus)가 감소하였으며, 고온에서 SBS에 비해 인화가 늦었다.

본 연구의 목적은 용액 삽입기술로 매트릭스에 친유성 몬모릴로나이트(montmorillonite)를 분산시켜 방향족 폴리아마이드를 강화하는 것이다. 방향족 폴리아마이드는 dimethylacetamide(DMAC)에서 isophthaloyl chloride와 4,4'-oxydianiline를 축합반응 시켜 합성하였다. 고분자쇄 말단에 존재하는 아민기의 반응을 정지시키기 위하여 반응 후에 소량의 디아민(diamine)을 추가하였다. 본 조사에서 몬모릴로나이트는 *p*-aminobenzoic acid에 의해서 삽입되었다.

인터칼레이팅 약제(Intercalating agent)의 산 작용기는 몬모릴로나이트의 내층으로 들어가 아라미드 분자쇄의 아민 말단과 반응할 수 있다. 아라미드 분자쇄와 인터칼레이팅 약제 사이의 반응은 나노 복합체의 내열성과 기계적 강도를 향상시키며, 보다 성능을 영구적으로 만든다. 유기클레이는 아미드 매트릭스와 함께 나노 복합체 준비에 사용되었다. 용매를 증발시켜 얇은 복합체 필름을 제조하였다. 완전히 건조시킨 필름에 대해 X-선 회절, 편광 현미경(POM), TEM, 인장강도, TGA, DSC, 흡수 시험 등을 하였다.