

P-210 으로 발표 변경되었음.

유출억제 기능화 유기나노입자의 제조 및 연질 폴리염화비닐(PVC)의 가소제 유출성과 물리적 특성에 미치는 영향

유병용, 곽승엽[†]

서울대학교 공과대학 재료공학부
(sykwak@snu.ac.kr[†])

가소제(plasticizer)는 주로 PVC에 유연성, 내구성, 내한성 등을 부여하고 용융 시 점도를 낮추어 가공성을 개선하기 위해 과량 사용되는 첨가물로서 PVC 분자사슬 내로 침투 및 고착을 용이케 하고 PVC 분자사슬과 비상호적인 알킬분자 사슬은 PVC 내에서 윤활작용 및 자유부피 증가 작용을 하여 PVC 분자 사슬에 운동성을 부여, 가소화 효과를 주는 것으로 보고되어 있다. 그러나 가소화 PVC는 다양한 매질에서 분자수준의 팽윤현상을 보이며 수분(H₂O)과 가소제 사이의 수소결합 형성 및 PVC와 가소제간 극성 결합 약화로 인해 PVC 제품의 부로 유출, 환경호르몬 추정 및 발암물질로 작용하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 연질 PVC로부터 DOP의 유출을 저감하기 위하여 고밀도 작용기를 갖는 고리형 나노입자(cyclodextrin)에 작용기 개질을 통해 DOP와의 혼화성·분산성 향상 및 비공유 상호결합력을 부여하여 유출 억제성을 고도화한 기능화 유기나노입자를 제조하고 이를 DOP에 수 nm로 분산시켜 PVC에 도입한 후 제조된 연질 PVC의 가소제 유출성 및 물리적 특성을 평가한다. 이를 위해 핵자기 공명(NMR)과 적외선 분광법(FT-IR) 원소분석(EA)를 통하여 유기나노입자의 개질여부를 정량적·정성적으로 평가하였고, 동적광산란(DLS)를 이용하여 DOP 내 유기나노입자의 분산성 및 입자크기를 측정하였다. 또한 유출억제 기능화 유기나노입자가 도입된 대체형 가소제를 유화중합 PVC에 도입하여 플라스틱졸을 제조하고 원판-원판 회전형 레오미터를 이용하여 유변학적 점탄성 성질로부터 용융가공성을 평가하였으며 상기 확립된 가공조건을 토대로 연질 PVC sheets를 성형하였다. 가소제 유출성을 평가하기 위하여 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO)에서 제정한 유출성 평가에 대한 표준(ISO 3826:1993(E))에 따라 자외선/가시광선 분광 광도법(UV-Vis.)을 이용하였으며 컴퓨터 시뮬레이션(molecular mechanics, MM 과 molecular dynamics, MD)을 통하여 유기나노입자의 분자구조를 분석하고 이를 토대로 가소제와의 상호작용을 통한 유출억제 메커니즘에 대한 정확한 규명이 이루어질 수 있었다. 더불어 탁도분석기(Hazemeter)와 만능시험기(UTM), 시차주사열량법(DSC), 열중량 분석법(TGA) 를 이용한 광학적, 기계적, 열적 특성 평가를 통해 유출억제 기능화 유기나노입자의 도입이 연질 PVC의 물리적 특성에 미치는 영향을 평가하였다.

Keywords: Dioctyl phthalate, Cyclodextrin, 연질 폴리염화비닐(PVC), 나노입자