

## 다공성 폼 재료의 충격 특성

고영호\*(전남대학교 기계공학과), 임동진(전남대학교 기계공학과), 윤희석(전남대학교 기계시스템공학부)

주제어 : 유한요소해석(FEA), Open-cell, 폴리우레탄 폼(PU), 대표체적요소(RVE), Tetrakaidecahedron

현대 산업의 급속적인 발전과 함께 안전사고는 심각한 수준에 있다. 포장 산업에서는 내용물의 파손 사고의 피해를 간과할 수 없는 수위에 있으며, 특히 자동차에서는 충돌 시 내부 승객의 안전성을 확보하는 것이 무엇보다도 중요한 과제로 떠오르고 있다. 이러한 충격하중으로부터 충격을 감소하기 위해 최근 충격완충재로 다공성 폼(foam) 재료가 크게 관심을 끌고 있다. 다공성 폼 재료는 수많은 셀(cell)로 구성되어 있으며, Open 셀(cell)과 Closed 셀(cell) 구조로 나뉜다. 압축하중을 받을 시 다공성 폼은 한꺼번에 붕괴되지 않고 순차적으로 변형을 일으켜 많은 에너지를 흡수할 수 있는 특성을 가지고 있을 뿐만 아니라 저밀도, 내열성, 고강도, 소음흡수, 고효율냉각 등 물리적, 기계적 성능이 우수한 재료로 알려지고 있다. 하지만 다공성 폼 재료에 대한 많은 연구가 지금까지 진행되어지고 있지만 거의가 다 Macro 수준의 크기였으며 Micro 수준의 크기 또한 정적인 수준에 머물고 있다. 따라서 본 연구에서는 셀 구조를 이용하여 다공성 재료의 충격 특성을 해석하고자 하였다. 셀 구조의 모델들 중 Tetrakaidecahedron이 가장 이상적인 모델이다. 이 모델은 1887년 Kelvin이 폼 내부의 거품 형성을 묘사하기 위해 제시하였다. 8개의 정육각형과 6개의 정사각형으로 조합된 이 모델은 14개의 면과 36개의 모서리 그리고 면들을 연결하는 24개의 정점으로 구성되었으며, 단위 Open 셀(cell) 모델을 대표체적요소(RVE)로 간주하였다. 물성은 자동차 내장재로 많이 쓰이는 폴리우레탄 폼(연질과 반경질)의 단순 압축 데이터 값을 FEM해석의 기초자료로 이용하였다. 지배방정식은 ABAQUS/Standard Manual에서 \*HYPERFOAM 모델과 \*VISCOELASTIC 모델을 이용하였다. 경계조건은 상대밀도를 고려하여 셀의 크기를 달리하였고 관성을 고려하여 충격속도의 변화를 주었다. 그래서 상대밀도와 충격속도가 하중과 변위 등에 미치는 영향, 에너지 흡수율의 변화 그리고 셀의 변형 양상 등을 연구하였다. 상대 밀도와 충격 속도가 높을수록 탄성 계수와 충격에너지 흡수는 높게 나타났다. 이 결과는 다양한 충격 완충재로 사용되는 다공성 폼 재료의 새로운 제품 개발에 유용한 자료로 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

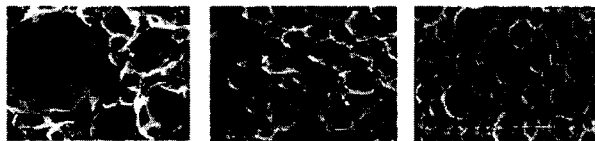


Fig. 1 SEM of PU Foam ( Flexible((a)slabstock, (b)mold) and Semi-rigid (c))

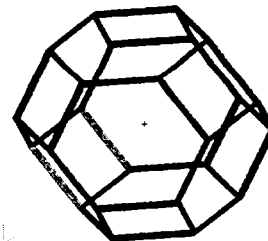


Fig. 2 FEM model of Tetrakaidecahedral unit cell