

## 재료의 나노압입변형과 그에 대한 3차원 FEM 분석 Deformation Behaviors of Materials under Nanoindentation and Their Simulation by Three Dimensional FEM Analysis

김지수, 양현윤\*, 김봉섭\*\*, 윤준도, 조상봉\*

경남대학교 대학원 재료공학과, \*경남대학교 대학원 기계공학과, \*\*경남대학교 공동기기센터 전자  
현미경실

(jdyun@kyungnam.ac.kr)

최근 나노기술의 발달과 더불어 나노재료에 대한 특성평가 요구가 높아지고 있고, 따라서 나노 스케일로 재료의 기계적 거동을 분석할 수 있는 나노인덴테이션 기법이 심도있게 연구되고 있다. 본 연구에서는 나노인덴테이션을 이용하여 여러 가지 재료의 탄성 소성 변형 거동을 관찰 조사하고 이를 다시 유한요소법(FEM)으로 모사하여 해석하였다.

나노인덴테이션으로 재료 표면에 압입하여 탄소성 변형을 일으켰으며 이때의 가하중과 변형깊이를 측정하여 하중-변형 곡선을 얻었다. 매우 작은 접촉응력 조건하에서는 탄성변형의 비율이 매우 높았는데 하중-변형 곡선으로부터 재료의 나노 경도와 탄성 계수값을 얻을 수 있었다. 실험적으로 얻은 하중-변형 곡선을 3차원의 유한요소법(FEM)을 이용하여 모사하였는데 상호간에 매우 근접한 결과를 얻을 수 있었다. 이 때 압자의 모양, 압입 깊이, 재료의 종류, 등을 변수로 하여 여러 가지 조건하에서 압입실험을 하였으며 그 결과를 유한요소법으로 모사하였다.

또한, 재료의 소성변형과 탄성변형의 정도에 따라서 압흔 주변이 밀려 올라오는 파일업 현상과 꺼져 내려가는 싱크인 현상을 관찰하였는데, 그 오르내림의 정도와 재료의 탄성계수, 항복점, 가공 경화지수와의 함수관계를 조사하였고 3-D FEM 결과를 이용하여 해석하였다.