

나노분말 성형 치밀화의 유한요소 해석 Finite Element Analysis for Densification Forming of Nanocrystalline Powders

충남대학교 서민홍* · 김형섭

1. 서 론

나노분말의 압분 공정 시 치밀화 거동을 이론적으로 해석하기 위하여, 다공질 재료의 소성이론에 기초하여 상대밀도의 진화를 고려할 수 있는 항복조건과 기지 금속의 금속학적 특성을 잘 기술할 수 있는 전위밀도의 진화에 기초한 미세조직 구성모델을 결합시켰다. 이 접근법을 유한요소법의 사용자정의 서브루틴에 적용하였다.

분말압분체의 소성변형 구성모델에서 기지 재료의 미세조직을 고려하는 것은 재료의 조직학적 특성과 기지 금속의 변형 거동, 따라서 분말의 치밀화 응답을 관련시키는 것이 되므로 매우 중요한 의미가 있다. 분말이 아닌 일반 금속의 경우에, 재료의 내부 변수로서 전위밀도를 관련시켜 미세조직과 변형에 따른 전위밀도의 진화를 고려하는 통합형 점소성 구성 모델이 점차 금속의 변형 거동 해석에 많이 사용되고 있다. 재료의 미세 조직적인 특성을 연관시키는 통합형 점소성 구성 모델은 변형 거동에 미치는 조직학적 특성, 예를 들면 결정립도, 강화입자 간격, 용질농도 등의 효과를 알 수 있게 해준다. 이 연구에서는 유한요소해석을 이용하여 분말의 upsetting, indenting, compaction 공정을 해석하였다.

2. 이 론

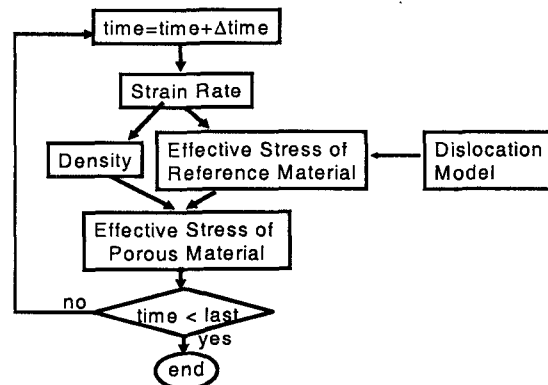
다공질 재료의 소성 모델,

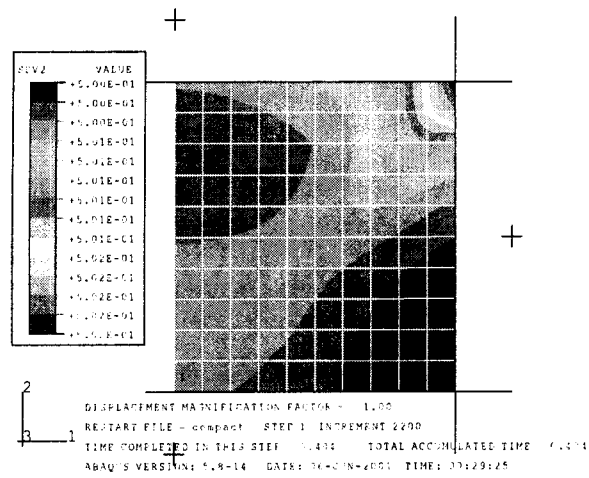
$$(2 + R^2)J_2 + \frac{1 - R^2}{3} J_1^2 = \sigma_R^2 = \left(\frac{R - R_T}{1 - R_T} \right)^{0.85/R_T} \sigma_S^2$$

전위밀도 진화에 기초한 금속의 구성모델,

$$\dot{\epsilon}_p = \dot{\epsilon}_* \left(\frac{\sigma}{\sigma_0} \right)^m Z^{-\frac{m}{2}},$$

$$\frac{dZ}{d\epsilon_p} = C + C_1 \sqrt{Z} - C_2 Z$$





참고문헌

1. D.N.Lee, H.S.Kim, Powder Metall. 35 (1992) 275
2. H.S.Kim, Mater. Sci. Eng. 251A (1998) 100.
3. H.S.Kim, Y.Estrin, E.Gutmanas, C.K.Rhee, Mater. Sci. Eng. 307A (2001) 67.

후 기

본 연구는 과학기술부의 21세기 프론티어연구개발사업의 일환인 '차세대소재성형개발사업단'의 연구비 지원으로 수행되었습니다.