

전위밀도에 기초한 금속 압분체의 구성모델 (A Constitutive Model for Metal Compacts based on Dislocation Density)

충남대학교 금속공학과 김형섭*

Clausthal University of Technology, Yuri Estrin
Technion-Israel Institute of Technology, Elazar Y. Gutmanas

1. 서론

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 모델은 또한 나노결정재료로 불리는 새로운 재료에서 소성변형 거동의 결정립도 의존성을 분석하는데 유용한 도구가 된다.

이 연구에서는 다공질재료의 소성 모델과 전위밀도의 진화에 기초한 구성 모델을 결합하여 분말의 압분공정의 해석 결과를 보이도록 한다. 구리분말의 일축 금형 압분에서 실험결과와 본 모델을 이용한 이론적 결과를 비교한다.

2. 이론 및 해석

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

$$\text{전위밀도 진화에 기초한 금속의 구성모델, } \epsilon_p = \dot{\epsilon}_* \left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)^m Z^{-\frac{m}{2}}, \quad \frac{dZ}{d\epsilon_p} = C + C_1\sqrt{Z} - C_2Z$$

3. 결과 및 고찰

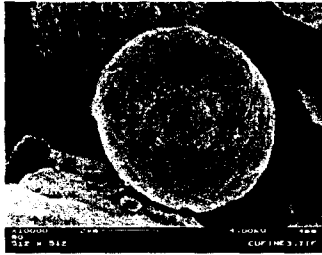


Fig.1

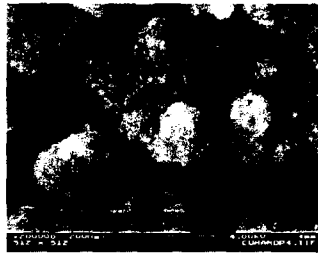


Fig.2

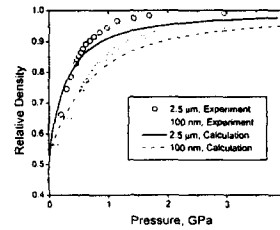


Fig.3

Fig. 1 Scanning electron micrographs of copper powders with 2.5 μm in diameter.

Fig. 2 Scanning electron micrographs of copper powders with 100 nm in diameter.

Fig. 3 Comparison of calculated and measured compaction curves of coarse and fine copper powders. Symbols represent the experimental values and the curves correspond to the calculated results.