

열간정수압압축 공정에 대한 치밀화 모델 (A Model for Densification of Powder Compacts during HIP)

충남대학교 금속공학과 및 RASOM 김형섭*

1. 서론

열간정수압압축 (HIP, Hot Isostatic Pressing) 공정에서 초기본말 압분체의 치밀화 과정은 매우 중요하여 매우 많은 연구가 수행되어 왔고, 그 중 여러 가지 치밀화기구를 고려하는 Ashby의 치밀화기구지도 (Densification Mechanism Map)가 치밀화 해석에 널리 사용되고 있다. 그러나 복잡한 기하학적 형태의 부품이나 비선형적인 거동을 보이는 재료의 치밀화거동을 해석하기 위해서는 유한요소법과 같은 수치적인 방법이 필수적이고, 이를 위해서는 재료의 응력과 변형률의 관계인 구성식이 필요하다. 이번 연구에서는 power-law 크립거동을 보이는 분말 압분체의 치밀화해석을 위한 구성모델을 제시한다.

2. 이론 및 해석

일축인장 조건을 만족하는 다공질 재료의 소성변형이론에 기초한 power-law 크립모델의 구성식 (1)을 제안하였다. 제안한 모델을 Shima and Oyane의 모델과 Kim and Jeon의 모델의 및 실험결과와 비교하였다.

$$\dot{\epsilon}_{ij} = \frac{R\dot{\epsilon}_0\sigma_{eq}^{n-1}}{\sigma_0^n} \left[\frac{2+R^2}{2} s_{ij} + \frac{1-R^2}{3} \sigma_{kk}\delta_{ij} \right] \quad (1)$$

3. 결과 및 고찰

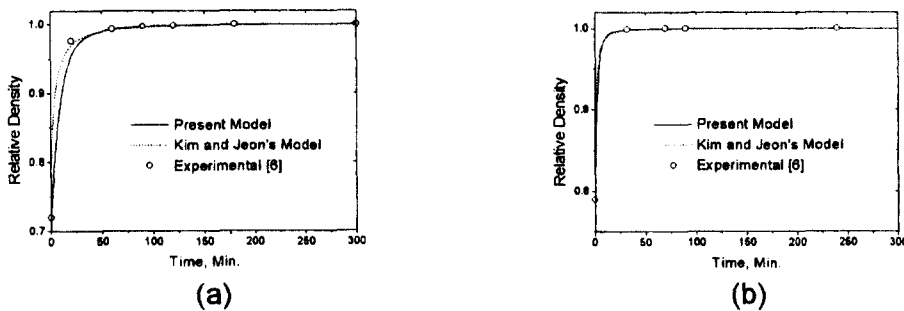


Figure 1. Comparison of calculated and experimental relative densities in 316L stainless steel powder compact deformed under (a) 50 and (b) 100 MPa during HIP at 1125 °C.

5. 결론

고온에서 압력을 받는 압분체의 치밀화 거동을 기술하기 위해 다공질 재료의 소성변형 이론에 기초한 power-law 크립 구성모델을 제안하였다. 제안한 모델을 1125 °C에서 316L 스테인레스강의 HIP 거동을 예측하는데 사용하여, 문헌의 실험치와 잘 일치하는 상대밀도의 변화를 얻었다. 다른 연구자의 이론식과 비교한 결과, 구성식의 차이는 HIP공정에서의 느린 변형속도로 인하여 치밀화 거동의 차이로 나타나지는 않음을 알 수 있다.