

액상소결의 기공채움이론 : 모델과 전산모사
 (Pore Filling Theory of Liquid-Phase Sintering :
 Model and Computer Simulation)

한국과학기술원 이성민*, 강석중

액상소결체의 최종단계 소결에서는 “액상 유동에 의한 기공채움”이 주된 치밀화 기구이다. 실제 최종단계 액상소결체내에는 크기 분포를 갖는 기공들이 존재하며 주어진 액상량에서 입자가 성장함에 따라 크기가 작은 기공에서부터 액상에 의한 기공채움이 일어난다. 액상으로 채워진 기공의 자리에서는 입자가 성장하며 미세구조 균질화가 진행된다. 액상에 의한 기공 채움은 전체 시편의 유효 액상량 감소를 가져오며 입자 성장에 의한 미세구조 균질화는 유효 액상량의 증가에 기여한다. 유효 액상량의 변화는 다음 크기의 기공채움조건에 영향을 준다. 본 연구에서는 전산모사를 이용하여 액상소결과정을 분석하였다.

전산모사에서는 실제 소결체의 기공 분포와 유사한 lognormal 기공크기 분포를 사용하였다. 액상에 의한 기공채움은 기공주위의 액상반경과 시편표면의 액상반경 차이에 기인한 액상유동으로 일어남으로 먼저 정확한 평형액상반경을 이전의 결과로부터 구하였다. 이렇게 구한 액상반경으로부터 기공주위의 액상이 서로 맞닿아 액상압력의 평형조건이 깨지는 순간을 구하여 액상에 의한 기공채움 즉, 치밀화가 일어나는 순간으로 정의하였다. 치밀화가 일어난 직후 일어나는 미세구조 균질화시 액상으로 채워진 기공내로 성장하는 입자의 성장속도를 이미 균질화된 액상-고상 부분의 입자성장속도와 같다고 가정하였다. 이때 치밀화와 균질화에 의한 액상 분포의 변화를 고려하여 시편전체의 액상압력을 결정하는 유효 액상량을 계산할 수 있었다. 최종적으로 이러한 전산모사 모델을 바탕으로 액상량, 기공율, 젖음각, 이면각, 기공에 포획된 기체 등의 다양한 소결변수가 치밀화에 미치는 영향을 분석하였다.