

## WC-Co 합금계의 액상소결중 치밀화 Densification of WC-Co alloy during liquid phase sintering

한국과학기술원 김영필\*, 강석중  
한국기계연구원 하국현, 김병기

최근의 연구에 의하면 액상소결 치밀화는 액상의 "기공채움"으로 일어난다. 기공채움은 입자성장에 따라 액상이 기공을 wetting 하였을 때 일어나게 되며, 채워진 액상 포켓은 역시 그 자리를 입자가 성장에 들어감에 따라 균질화 된다. 기공채움 모델과 이론은 원래 등근 입자계를 대상으로 제시되었으나 입자성장 양상이 다른 각진 입자계에도 그대로 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 대표적인 각진 입자계인 WC-Co계에서 치밀화 과정을 연구하였다.

여러 가지 크기의 WC(0.5~4.1 $\mu$ m)분말과 평균크기가 5 $\mu$ m와 -325mesh 크기의 Co분말을 불밀링 하지 않고 slurry mixing하여 혼합분말 제조하였다. 액상형성 온도 이상에서는 Co 분말의 자리에 기공이 만들어지게 되므로 Co 분말 크기 정도의 기공과, 배열과정에서 자연적으로 생기는 Interparticle 기공이 형성된다. 혼합분말을 두 가지 방법으로 성형하여 소결 하였다. 첫 번째는 성형압력을 조절하여 WC 입자크기가 다르더라도 성형 밀도를 같도록 하였다. 두 번째는 분말의 성형압력을 같게 하여 성형체를 제조하였다. 액상형성 온도(1320 $^{\circ}$ C)이하의 고상 소결단계부터 승온 과정의 밀도변화와 미세구조를 관찰하였으며, 소결온도에서는 유지시간에 따라 관찰하였다.

성형체의 가열중, 치밀화는 액상형성 온도이하까지는 작은 입자의 성형체가 빨랐다. 그러나 액상형성 온도 이상에서는 큰 입자의 성형체 소결밀도가 작은 입자의 성형체 소결밀도보다 더 크게 증가하였다. 기공채움 액상소결 이론에 의하면 액상 meniscus 반경은 입자의 크기에 비례하며 액상 meniscus 반경이 기공 반경보다 클 경우 액상 압력차이에 의해 그 기공은 액상으로 채워진다. 그러므로 불밀링 하지 않은 경우 큰 기공이 존재하고 이는 상대적으로 큰 입자일 경우 기공채움이 수월하다. 그러므로 불밀링 하지 않은 경우는 큰 입자의 치밀화가 빠르게 된다. 액상소결이 진행되면서 큰 입자 분말에서는 기공채움이 활발하게 진행되고 상대적으로 작은 분말은 입자성장이 더 진행되어야 치밀화가 진행되었다. 이러한 결과는 각진 입자계의 액상소결에서도 기공채움에 의한 치밀화가 주된 기구임을 보여주는 것이다.