

환원 온도에 따른 W-Cu의 소결 특성에 관한 연구 (The effect of reduction temperature on the sintering behavior of W-Cu)

국방과학연구소 이 성, 김 은표, 노 준용, 송 홍섭, 백 운형
충남대학교 급냉용고 신소재 연구센터 천 병선

서론

고밀도의 W-Cu 합금을 제조하기 위한 방안 중의 하나로 밀도가 유사한 두 가지의 산화물을 기계적으로 혼합한 후 환원하여 소결하는 방안이 있다. 이 방법으로 제조된 환원분말은 기본적으로 W과 Cu가 매우 균질하게 혼합되어 있고 매우 미세하기 때문에 상호 용해도가 거의 없는 이 계에서도 액상 소결시에 W 입자의 성장이 관찰된다. 이러한 방법으로 제조된 소결체는 소결의 2단계인 재배열을 마친 후 약 90% 이상의 이론밀도를 갖게 된다. 이후 입자성장의 과정을 거치며, 소결밀도는 이론밀도에 접근하게 된다. 보고에 의하면, 분말의 상태, 즉, 입자의 형상 및 입도 등에 의해 소결 거동에 영향을 미치게 되어 궁극적으로 소결밀도를 결정하게 된다고 한다.

기계적 혼합법에 의해 제조된 W-Cu 합금의 dilatometry 결과를 보면 Cu 액상이 형성되기 전인 약 900°C에서 고상 소결이 일어남을 관찰할 수 있었는데, 이는 상호 용해도가 거의 없는 이 계에서 물질의 이동이 있음을 의미한다. W-Cu 산화 복합분말의 환원 온도를 달리하면 복합 환원분말의 형상 및 크기가 달라져 소결 거동에 영향을 미칠 것이다. 따라서, 본 연구에서는 기계적으로 혼합된 W-Cu 복합 산화분말의 환원온도에 따른 소결 거동을 dilatometer로 관찰하여 보았다.

실험 방법

복합 산화분말의 준비는 환원 후 무게비로 75W : 25Cu가 되게 조절한 후 기계적 혼합을 실시하였다. WC ball 대 복합 혼합분말의 무게비는 32 : 1로 하여 250rpm에서 1시간 혼합하였다. 이렇게 준비된 분말을 수소 분위기 하에서 환원온도를 780°C에서 1120°C로 변화시키면서 복합 환원분말을 제조하였다. 환원된 복합분말은 $\phi 10\text{mm}$ 의 실린더형의 금형에서 2 ton의 압력으로 성형하여 dilatometry 시험편을 제조하였다.

결과

환원온도에 따른 환원분말의 형상은 W 형상으로 보이는 분말형상이 환원온도의 증가에 따라 각형의 형상에서 구형으로 변화되는 현상이 관찰되었다. 이는 소결시 고상소결이 일어나는 원인과 같이 이 온도에서 물질 즉 일부 W의 이동이 발생됨을 의미한다. Dilatometry 결과 환원온도가 증가함에 따라 재배열의 종료 온도도 약 1350°C에서 1200°C로 크게 감소되었으며, 재배열이 끝난 때의 밀도차이도 약 10%를 나타내었다. 이와 같은 결과로 볼 때, 본 W-Cu 합금과 같이 고용도가 거의 없는 계로 알려진 합금일지라도 복합 산화 분말의 환원시 미세한 환원분말이 되면서 일부의 물질 이동이 생겨 산화물들의 환원에 영향을 미침을 알 수 있다. 따라서, 지금까지는 Walkden¹⁾ 등의 주장처럼 고용도가 없는 산화물의 환원에 있어 다른 산화물의 환원에 영향을 미치지 않고 독립적으로 환원거동을 보인다는 결과에 따라 환원 조건을 일방적으로 결정하였으나, 고용도가 없는 산화물의 환원일지라도 기계적 혼합과 같은 공정에 의해 에너지가 가해지거나 혼합도가 매우 우수한 산화물의 환원의 경우 환원 조건을 고려하여야 할 것이다.

참고문헌

1) P. Walkden, J. N. Albiston and F. R. Sale : Powder Metall., 28 (1985) 36.