

금속소결공정에 의한 WC-8wt.%Co 초경재료 제조와 기계적 성질평가

Fabrication of WC-8wt.%Co Hard Materials by Rapid Sintering Processes and Their Mechanical Properties

전북대학교 정인균*, 김환철, 손인진
한국과학기술연구원 도정만

1. Introduction

초경재료를 구성하는 금속의 탄화물은 일반적으로 경도가 높지만 취성이 높은 문제점과 첨가물 없이는 소결이 잘 되지 않는 문제점이 있어서 단독으로 이용하는데 한계가 있다. 이러한 문제를 보완하기 위하여 금속결합제를 첨가하여 소결성을 높이고 부족한 인성을 부여한다. WC는 고용점 재료이므로 소결이 어려워져서 일반적으로 Co를 첨가하여 소결성을 높이고 부족한 인성을 부여한다. Co를 첨가한 WC는 실온 및 고온에서 우수한 경도와 파괴인성을 요구하는 절삭공구, 내마모·내충격용 공구, 고온·고압용 부품 등에 널리 사용이 가능하며, Co함량이 증가 할수록 경도는 감소하고 파괴인성은 증가한다. 기존의 WC-Co 초경합금의 소결은 1400℃ 정도의 높은 온도에서 24시간의 장시간 가열해서 치밀한 초경재료를 제조하고 있다. 따라서 초기 WC-Co 분말이 미세한 나노크기라 할지라도 소결과정에서 WC상이 성장하기 때문에 나노크기의 치밀한 WC상을 얻기가 힘들다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 기존의 소결 방법에 비해 상대적으로 저온에서 단시간 소결 처리하는 방법이 연구 개발되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 고주파유도가열 소결장치와 펄스전류활성 소결장치를 이용하여 급격한 입성장이 제어된 WC-Co 초경재료를 2분 내에 제조하고자 한다.

2. Experimental procedure

본 실험에서는 TeaguTec(주)에서 제조된 WC(순도 99.5%)와 Sigma-Aldrich사에서 제조된 Co(순도 99.8%, <2 μ m)를 사용하였다. WC분말의 초기 입자 크기가 소결거동과 기계적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 5가지의 입도가 다른 WC분말(0.5, 1.3, 2.4, 4.3 및 6.5 μ m)을 사용하였다. WC분말과 분말을 6:1의 비율로 혼합한 후, 에탄올을 용매로 사용하여 48시간동안 습식 볼밀링을 하였다. 혼합된 분말 15g을 흑연 다이에 충전하여 고주파유도가열 소결장치와 펄스전류활성 소결장치의 실린더 내부에 장착하고 약 40mtorr의 진공분위기로 만들었다(1단계). 기공이 없이 치밀한 최종생성물을 얻기 위하여 10MPa/sec의 속도로 60MPa의 압력을 가하였다(2단계). 일정한 펄스된 전류 또는 고주파 유도전류를 흑연 다리와 시편에 가하여 일정한 가열속도로 가열하면서 디지털 광온도계로 흑연 다리의 표면온도를 측정하였다. 이때 LVDT(linear variable differential transformer)로 수축 길이변화를 관찰하면서 치밀화가 이루어질 때까지 펄스된 전류 또는 유도전류를 가하였다(3단계). 마지막 단계로 시편을 일정한 냉각속도로 상온까지 냉각하였다(4단계).

제조한 WC-8wt.%Co 초경재료의 상대밀도는 아르키메데스법으로 측정하고, X선 회절실험을 이용하여 분말과 소결상의 미세구조를 관찰한다. 연마된 시편을 비커스 경도계를 이용하여 30Kgr의 하중으로 15초간 유지하여 압흔을 형성한 후 경도와 파괴인성값을 계산하였다.

3. Summary

새로운 급속소결방법인 고주파유도가열 소결법과 펄스전류활성 소결법을 이용하여 습식 볼밀링으로 혼합한 WC-8wt.%Co분말에 60MPa의 압력과 90%의 고주파출력 또는 2800A의 펄스전류를 가하여 상대밀도가 98.6% 이상인 초경재료를 2분이내의 짧은 시간에 제조하였다.

초기의 WC분말의 입도가 미세해짐에 따라 고주파유도가열 소결법과 펄스전류활성 소결법 모두 소결시간이 단축되는 경향을 보였으며 그 소결체의 결정립 크기도 감소하였다. 고주파유도가열 소결법으로 제조된 초경합금의 WC 결정립 크기는 초기입도가 증가함에 따라 각각 410, 540, 600, 700 및 850nm으로 측정되었으며, 그 결과를 Fig. 1.에 나타내었다.

WC의 초기입도가 0.5 μm 일 경우 고주파유도가열 소결법과 펄스전류활성 소결법으로 제조된 WC-8wt.%Co 소결체의 경도와 파괴인성은 각각 1923kg/mm² 과 10.5MPa·m^{1/2} 및 1947kg/mm² 과 10.8MPa·m^{1/2} 이었다.

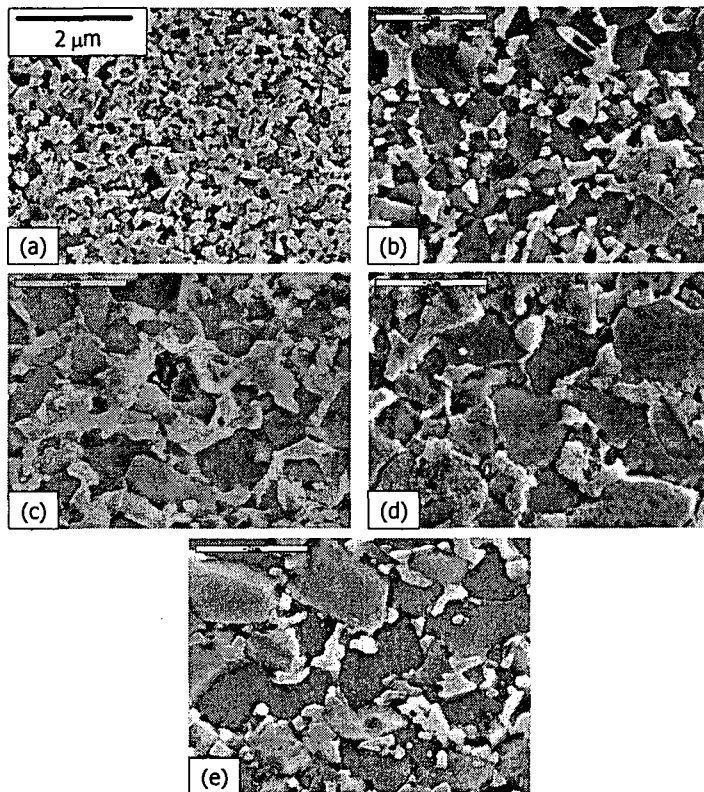


Fig. 1. SEM images of WC-8wt.%Co hard materials produced by HFIHS with various tungsten powder size (a) 0.5 μm , (b) 1.3 μm , (c) 2.4 μm , (d) 4.3 μm and (e) 6.5 μm (60MPa, 90%output of total power capacity).