

W-Ni 활성화소결체의 고온 압축 변형 및 파괴 특성에 관한 연구

(A study of the high temperature compressive deformation and fracture characteristics of W-Ni activated sintered parts)

한양대학교 재료공학과 한 승규*, 이 승익, 김 영도, 문 인형
한국과학기술연구원 합금설계연구센터 유 명기

1. 서론

미량의 Ni와 같은 철족 천이원소 첨가에 의한 W와 같은 고융점 금속의 저온소결을 가능케 하는 활성화소결은 장비의 간소화, 에너지 절약이라는 장점을 가지고 있다. 그러나, 지금까지의 연구에 의하면 첨가원소의 편석으로 인한 입계취성 때문에 기계적 성질을 저하시켜 최종 소성가공을 어렵게 하는 단점이 있었다. 본 연구에서는 다른 기공도, 결정크기를 갖는 소결체에 대하여 압축시험온도, 변형속도를 변화시키며 압축시험을 행하였다. 소결체의 미세구조(기공도, 결정크기)와 소결체의 미세조직 및 압축조건에 따른 입계취성의 발생 및 활성화제 Ni의 역할을 정량적으로 분석하고자 하였다. 아울러 압축조건에 따른 입계취성의 발생 및 활성화제 Ni의 역할을 정량적으로 분석하고자 했으며, 순수 W분말 소결체의 압축시험 결과와 비교하였다.

2. 실험방법

W분말 평균입도 $1.77\mu\text{m}$ 에 0.4wt%Ni을 염용액 환원법으로 첨가하여 냉간 양단 압축기와 냉간등압성형기(CIP) 성형 후, 1400°C 의 수소분위기에서 6, 60, 600분 등온소결하여 서로 다른 미세구조(기공도, 결정크기)를 가지는 소결체를 얻었다. 순수 W분말소결체를 얻기위하여 평균입도 $0.5\mu\text{m}$ 을 사용하여 위와 같은 방법으로 성형 후 1400°C 에서 14시간 소결하였다. 소결체는 모두 원통형모양을 갖도록 하였으며 이 때 높이 대 직경의 비(L/D 비)는 모두 1.4로 유지하였다. 압축시험온도는 $900\sim 1100^\circ\text{C}$, 변형속도는 $10^{-3}\sim 10^{-0}\text{s}^{-1}$ 의 범위에서 압축시험을 행하였으며, 변형 및 파괴 거동을 나타내는 진용력-변형 곡선을 얻었다. SEM을 이용하여 파면의 미세조직을 관찰했으며, 미소경도계를 이용하여 입내, 입계에서의 경도값을 측정하였다. 결정립의 변형 정도를 XRD로 조사했으며, 입계에서의 Ni의 양은 AES를 이용하여 정량적으로 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

같은 압축조건에서는 결정크기가 클수록 작은 변형을 보이다 최대응력에 도달한 후 파괴가 일어났다. 같은 소결조건에서는 압축시험온도가 높을수록 작은 변형량에서 파괴가 일어났다. 변형속도가 빠를수록 유동응력이 증가했다. 높은 온도에서 낮은 변형량을 보이며 파괴되는 시편의 경우 변형속도를 증가시키면 변형량이 증가되었으며 유동응력값도 높게 나타났다. 또한 온도가 낮고 변형속도가 빠른 경우 입내파괴도 관찰되었으며 XRD 분석을 통하여 결정립의 변형정도가 보다 크게 나타남을 알 수 있었다. 순수W 분말소결체는 항복점을 보이며 변형되었으며 일정변형량 이후 변형량이 증가함에 따라 응력이 일정하게 나타나 활성화소결체와는 다른 변형 거동을 나타냈다.

4. 결 론

Ni를 첨가한 활성화소결체 시편의 경우 입계의 취성으로 인한 파괴가 온도가 높을수록 두드러졌으며 취성파괴의 경향은 결정립의 크기가 클수록 변형속도가 낮을수록 현저하게 나타났다. 본 연구에서 90%이상의 소결밀도를 갖는 경우, 변형 및 파괴거동이 기공도보다는 결정립의 크기에 더욱

민감하게 나타났다.

5. 참고문헌

- (1) Y.S. Kwon and I.H. Moon, *Scripta Met.*, 13 (1979) 33
- (2) S.M. Jung, I.H. Moon, *J. Ref. and Hard Metal.*, 6 (1986) 46
- (3) H. Hofmann, M. Grosskopf, M. Hofmann-Antenbrink, and G. Petzow, *Powder Metallurgy*, 29 (1986) 201
- (4) A. Joshi and D.F. Stein, *Metall. Trans.*, 1 (1970) 2543
- (5) S.H. Cho, Y.H. Kim, J.K. Lee and I.H. Moon, *Refractory & Hard Metals*, 7 (1988) 69