

가압 통방전 소결에 의한 MA6000 소결체의 제조와 특성
(Fabrication and Characterization of MA6000 compacts
by Spark/Resistance Hot Pressing)
연세대학교 점진성, 안병철, 이건천, 이등희

1. 서론

항공기용 turbine blade, 로켓트, 핵 반응로 등 초고온에서 사용되는 기존의 주조재 초내열 합금에 비해 산화물 분산강화 합금(ODS:Oxide Dispersion Strengthened)은 고온강도가 뛰어나며 최근 기계적 합금법에 의한 분말의 제조가 가능하게 되었다. 이 중 Ni기 초내열 합금에 Y_2O_3 를 혼합시킨 MA6000은 $1000^\circ C$ 이상에서 기존의 재료에 비해 월등히 높은 강도를 갖고 있다. 한편 기계적 합금화된 ODS 합금분말의 우수한 특성을 유지하면서, near net shape의 제조를 위한 방법이 요구되고 있으며, 이에 수분이내에 소결이 이루어지는 통방전 소결법에 의한 성형이 본연구진에 의해 확인된 바 있다. 본 연구에서는 기계적 합금법으로 제조한 MA6000 분말을 통방전 가압 소결법으로 소결체를 제조하고 이의 기계적 성질을 열간 압출법으로 제조된 MA6000과 비교 분석하여 ODS합금의 성형법으로서 통방전 소결법의 적용을 검토하고자 한다.

2. 실험 방법

기계적 합금법으로 제조된 Ni계 초내열 합금인 MA6000 분말을 가압 통방전 소결법으로 성형시 소결조건 (통전전류 및 시간에 따른 소결성)을 조사하였다. 즉, 1차 가압과 2차 가압중의 통전시간을 각각 40초 및 35초로 고정하고 $300 \sim 480 A/cm^2$ 의 범위에서 전류밀도를 달리하여 소결밀도 변화를 조사하였다. 또한 2차 가압전 분말의 열적 활성화 정도를 조사하기 위해 전류밀도를 $480A/cm^2$ 로 일정하게 하면서, 1차 가압하에서 통전시간을 조절하여 die 온도를 $950^\circ C$ 에서 $1000^\circ C$ 로 변화시켜 소결밀도의 변화를 관찰하였다. 이로부터 이론 밀도를 갖는 소결체를 제조하고 열처리를 통한 미세조직의 변화 및 경도 시험과 고온 압축 시험을 통하여 기계적특성을 평가하였다.

3. 실험 결과

직류와 교류의 혼합통전시 5 MPa과 35MPa의 1, 2 차 가압하에서 직류 $480A/cm^2$ +교류 $50A/cm^2$ 의 조건으로 각각 45초, 35초를 통전하여 소결할 때, 이론밀도에 가까운 소결체를 얻었다. 또한 2차 가압전 die의 온도 효과를 조사한 결과 1차 가압 시간을 조절하여 die의 표면온도를 $1100^\circ C$ 로 승온시킨후 2차 가압을 가하는 경우에 이론밀도를 갖는 소결체를 얻었다. 소결체 시효처리전후의 경도값은 각각 560Hv 와 520Hv로 기존의 압출재와 비슷하였지만, 고온 압축시험의 최대 압축강도는 850, 950, $1100^\circ C$ 에서 각각 813, 441, 118 MPa로 압출재에 비해 3 ~ 4배 높은 것으로 나타났다. 그러나 연신율은 $1100^\circ C$ 에서 최대 0.26% 로 낮은 값을 보였다.

4. 참고 문헌

- 1) 최국선, "플라즈마 회전 전극법에 의한 Ti-Al계 금속간 화합물 분말제조 및 소결에 관한 연구", 박사학위 논문, 연세대학교 대학원 (1992)
- 2) J. S. Benjamin: Metall. Trans, 1A, (1970) p 2943.
- 3) R. F. Singer & G. H. Gessinger : Metall. Trans Act, (1982) V13, p 1463