

기계적합금화된 텅스텐 중합금의 고온 변형 특성
(High Temperature Deformation of Mechanically Alloyed
Tungsten Heavy Alloy)

한국과학기술원 *류호진, 홍순형
국방과학연구소 백운형

1. 서론 : 텅스텐 중합금은 90~97wt%의 텅스텐을 포함한 합금이며 BCC구조의 W입자가 FCC 구조의 W-Ni-Fe 기지에 분포되어 있고 높은 밀도와 강도 및 높은 연신율로 인해 장갑판 파괴용 탄두로서 널리 사용되고 있다. 텅스텐 중합금은 1460°C 이상의 온도에서 액상 소결법에 의해 제조되고 있으나, 현재 관통력을 향상시키기 위해 self sharpening 거동을 보이는 텅스텐 중합금을 제조하기 위한 연구가 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 기계적 합금화된 텅스텐 중합금의 미세조직 변화가 변형 거동에 미치는 영향을 분석하기 위해 미세조직에 따른 텅스텐 중합금의 고온 강도의 변화를 관찰하고 분석하였다.

2. 실험방법 : 93W-5.6Ni-1.4Fe 조성의 텅스텐 중합금 혼합 분말을 75rpm의 milling 속도로 tumbler ball mill에서 72시간동안 기계적 합금화한 분말과 30W-56Ni-14Fe 조성의 혼합 분말을 60분 동안 Spex mill에서 기계적합금화한 후 1:9의 비율로 텅스텐 분말과 혼합한 텅스텐 중합금 분말을 제조하였다. 1300°C에서 1시간 고상소결 후 1470°C의 온도에서 급속 액상소결하는 2단계소결을 통해 텅스텐 입자크기, W/W contiguity 및 기지상 부피분율을 조절하였다. 소결된 텅스텐 중합금의 미세조직을 관찰한 후 gauge 길이 25mm의 인장시편과 직경 4mm 길이 7mm의 실린더형 시편을 제조하여 상온과 800°C에서 10⁻³/s과 10⁻¹/s의 변형률속도로 인장 및 압축시험하여 항복강도와 연신율을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰 : 기계적 합금화된 93W-5.6Ni-1.4Fe 텅스텐 중합금의 2단계 소결을 통해 텅스텐 입자크기를 6~33 μ m 범위로 조절할 수 있었으며 W/W contiguity는 0.35~0.74, 기지상 부피분율은 0.11~0.17 범위로 조절할 수 있었다. 또한 기지 조성만을 기계적합금화 하는 부분적 기계적합금화를 통해 국부적 전단변형의 발생을 촉진할 것으로 기대되는 기지상 pool의 형성이 가능하였으며 그 소결시간에 따라 기지상 pool의 부피분율을 0~9%로 조절할 수 있었다. 텅스텐 중합금의 항복강도는 텅스텐입자 크기, D와 기지상 부피분율, V_M의 함수, $\sigma_y = \sigma_0 + k\{(1-V_M)/(DV_M)\}^{1/2}$ 로 나타낼 수 있었으며, 텅스텐 중합금의 연신율은 기지상 부피분율, V_M과 W/W contiguity, C_{ww}의 함수, $\epsilon = \epsilon_0 + k'V_M(1-C_{ww})$ 로 나타낼 수 있었다. 기계적 합금화된 93W-5.6Ni-1.4Fe 텅스텐 중합금의 2단계 소결을 통해 텅스텐 중합금의 항복강도는 660~1100MPa의 범위로 조절되었으며, 텅스텐 중합금의 연신율은 0.5~27%의 범위로 조절되었다.

4. 참고문헌

- 1) H.J. Ryu, S.H. Hong and W.H. Baek, *J. of Mater. Process. Technol.*, **63** (1997) p.292.
- 2) S.H. Hong, H.J. Ryu, E.P. Kim and W.H. Baek, *Key Eng. Mater.* **141-143** (1998) p.453.
- 3) H.S. Song, J.W. Noh, W.H. Baek, S.J.L. Kang and B.S. Chun, *Metall. Trans. A.* **28** (1997) p.485.
- 4) D.K. Kim, S. Lee, H.S. Song, *Metall. Trans. A.* **29** (1998) p.1057.