

In-situ 산화물 분산강화 텅스텐 중합금의 제조공정
Fabrication Process of In-situ ODS Tungsten Heavy Alloy

한국과학기술원 류호진*, 홍순형
국방과학연구소 홍문희, 백운형

1. 서론 : 텅스텐 중합금은 높은 밀도와 강도 및 높은 연신율로 인해 장갑판 파괴용 탄두로서 사용되고 있으며, 방사능을 지니고 있는 감손우라늄 소재를 대체하기 위해 관통력 증가를 위한 연구가 진행되고 있다. 관통력을 향상시키기 위해서는 관통 시 self sharpening 거동을 나타내는 텅스텐 중합금을 제조하여야 하며 이를 위하여 기지상 조성 변화, 미세조직 조절, 표면 경도 조절 및 강화재 첨가 등의 연구가 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 특히 산화물 분산강화 텅스텐 중합금은 산화물의 첨가로 인해 고속 변형 시 파괴거동을 제어할 수 있다는 장점이 있어 관통성능의 향상을 위한 기초연구로 진행되고 있다. 본 연구에서는 *in-situ*로 산화물이 형성된 텅스텐 중합금을 제조하여 미세조직을 관찰하였고 기계적 특성을 평가하였다.

2. 실험방법 : 93W-5.6Ni-1.4Fe 조성으로 혼합된 텅스텐 중합금 분말을 기본으로 하여 *in-situ*로 산화물이 분산강화된 텅스텐 중합금을 제조하였다. Y를 함유한 금속 염인 YCl_3 를 에탄올 용액에서 용해시킨 후 혼합된 분말을 용액 속에서 분산시켜 혼합한 후 hot plate위에서 에탄올을 증발시켰다. 건조된 분말을 100MPa의 압력으로 lab. press로 die compaction 한 후 1485°C에서 1시간동안 수소분위기로 액상소결하였다. YCl_3 의 첨가량을 조절함에 의해서 최종적으로 형성되는 Y_2O_3 의 무게비가 0.1%, 0.5%, 1%가 되도록 설계하였다. 액상 소결 후 텅스텐 중합금의 미세조직을 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였으며 93W-5.6Ni-1.4Fe 조성으로 혼합된 분말에 2 μ m의 평균입도를 갖는 99.9% Y_2O_3 를 0.1%, 1% 첨가한 후 72시간동안 기계적 합금화한 후 1485°C에서 1시간 소결한 ODS 텅스텐 중합금과 비교하였다. 액상소결된 텅스텐 중합금을 gauge 길이 25mm의 인장시편을 제조하여 상온에서 10^{-3} /s의 변형률속도로 인장시험하여 항복강도와 연신율을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰 : Y 함유 금속 염이 포함된 93W-5.6Ni-1.4Fe 텅스텐 중합금을 1485°C의 온도에서 1시간 동안 액상소결한 결과, 0.5~1 μ m 정도 크기의 Y_2O_3 산화물이 기지/텅스텐입자 계면과 텅스텐 입자 내부에 존재하는 것이 관찰되었다. 첨가된 산화물의 무게분율이 증가할수록 텅스텐 입자의 크기는 감소하였기에 산화물 첨가가 텅스텐 중합금의 미세화에 효과적임을 알 수 있었다. Y_2O_3 가 0.1% 첨가된 후 기계적합금화된 ODS 텅스텐 중합금은 828MPa의 인장강도 및 14.8%의 연신율을 나타내었으나 *in-situ*로 제조된 ODS 텅스텐 중합금은 970MPa의 인장강도와 20%의 연신율을 나타내어 *in-situ* 제조법에 의한 ODS 텅스텐 중합금이 더 우수한 기계적 물성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

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) E.P. Kim, M.H. Hong, W.H. Baek and I.H. Moon, *Metall. Mater. Trans. A*, **30A**, (1999) p.627.
- 4) M.H. Hong, J.W. Noh, W.H. Baek, E.P. Kim, H.S. Song and S. Lee, *Metall. Mater. Trans. B*, **28B**, (1997) p.835.