

## 텅스텐 중합금의 미세조직에 미치는 망간의 영향 (Effect of Manganese Addition on the Microstructure of Tungsten Heavy Alloy)

국방과학연구소 김은표\* 한양대학교 문인형

### 1. 서론

텅스텐계 중합금은 등근 순수한 텅스텐 입자와 니켈과 철에 텅스텐이 일부 용해된 기지상으로 구성되어 있으며 운동에너지탄의 관통자로 널리 사용되고 있다. 최근에는 텅스텐 중합금의 단열전단변형을 촉진시켜서 self-sharpening 효과를 극대화시키는데 있다. 단열전단변형을 유도하기 위해서는 중합금에 제 4원소를 첨가시키는 화학적 방법과 텅스텐 입자를 성장, 또는 변형시키는 물리적 방법이 거론되고 있다. 그러나 이 방법들중 어느 것도 현상확인과 원인규명이 된 것은 없는 실정이다. 단열전단 변형을 촉진시키는 제 4원소는 열전도도가 낮고 변형경화율이 낮은 것이어야 하는데 망간이 적합한 원소로 주목되고 있다. 본 연구에서는 텅스텐 중합금에 망간을 첨가시켜서 이들 미세 조직의 변화를 관찰하고 분석하였다.

### 2. 실험방법

텅스텐 중합금 제조는 텅스텐 함량을 무게비로 93~97%까지로 하고 나머지는 바인더로 사용되는 니켈과 철을 8/2의 비율로 혼합하였다. 직육면체 금형을 이용하여 200Mpa의 압력으로 성형하였다. 소결은 수소분위기에서 1490℃, 30분을 행하였다. 이들 소결체에 망간을 재소결 방법으로 1% 첨가하였다. 중합금 소결체의 무게를 측정하고 무게의 1%만큼 망간 분말을 측정하여 소결체 위에다 얹은 다음 다시 소결 공정을 거쳤다. 미세 조직 변화를 보기 위하여 소결시간을 30분에서 32시간까지 변화시켰다. 이 시편들의 미세조직을 관찰하고 EDS 정량분석을 하여 첨가된 망간의 분포를 조사하였다. 또한, 기지상만을 제조하여 망간을 첨가시켰을 때 기지상 내에 용해되어 있던 텅스텐의 거동을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

93W 중합금에서 30분 재소결하면 망간을 첨가하지 않은 경우와 미세조직이 비슷하지만 1시간 재소결을 하면 텅스텐/텅스텐 계면에 기지상이 침투된 것을 볼 수 있다. 그러나 95W나 97W 중합금은 30분만 소결을 하여도 쉽게 계면분리가 일어났다. 이는 기지상 내에 망간 함유량이 많을수록 빠른시간내에 안정된 계면상태를 유지한다고 보여진다. 망간이 함유되지 않은 기지상을 제조하여 망간을 첨가한 결과 기지상내에 순수한 텅스텐 수지상을 볼 수 있었다. 이는 망간이 기지상에 용해되면서 먼저 용해되어있던 텅스텐을 석출시켰기 때문이다. 즉 첨가된 망간은 기지상에 텅스텐에 우선하여 용해됨을 알 수 있다. 정량분석 결과 모든 조성에서 1%망간을 첨가시켰지만 93W에서는 기지상내에 9% 망간, 97W에서는 20% 망간이 검출되었다. 이는 텅스텐 함량이 많을수록 기지상의 부피가 적어서 같은 무게비로 첨가시켜도 망간의 농도가 높아졌기 때문이다. 한편 소결시간이 길어짐에 따라 텅스텐 입자는 성장하였는데 성장속도는 크지않았다. 이와같은 이유는 용해-재석출에 의해서 텅스텐 입자자 성장한다는 관점에서 볼 때 망간이 기지상내 텅스텐 용해도를 감소시켰기 때문이라고 보여진다.