

Mn 첨가에 따른 W 중합금의 미세조직 변화 (Microstructural Change with Mn Additive in Tungsten Heavy Alloy)

국방과학연구소 *김은표, 노준웅, 백운형, 송홍섭

1. 서론

운동에너지탄의 관통자로 사용되는 텅스텐 중합금은 텅스텐 입자와 기지상으로 이루어져 있다. 최근에는 텅스텐 중합금에 미량의 제4원소를 첨가시켜 텅스텐 입자조절, 기지상 강화등 미세조직 변화를 통하여 관통력을 증진시키려는 연구가 진행되고 있다. 이들 원소들중에서 Mn이 유력하게 거론되고 있으나, Mn은 산화력이 강해서 즉 환원이 어려워 소결시 기공을 형성시켜 기계적 물성을 저하시키는 문제점이 있다. 본 연구에서는 Mn 첨가방법을 달리하여 기공이 없는 미세구조를 얻고자 하였다.

2. 실험방법

93W-5.6Ni-1.4Fe 합금에 미량의 Mn을 첨가하여 소결하였다. Mn첨가는 3가지로 하였다. 첫째, 원료분말 혼합방법으로 0-2.5wt% Mn을 넣고 tubular 믹서로 8시간 균질 혼합하였다. 둘째, 중합금을 성형한후 성형체를 금형에서 방출시키지 않고 그 위에 Mn분말을 0-10wt% 없어서 재성형하였다. 세번째로는 중합금을 소결한 다음 소결체 위에 Mn분말을 없어서 재소결하는 방법을 이용하였다. 이런 각각의 과정을 거친 시편의 소결밀도를 수중 부유법으로 측정하고 미세조직을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

원료분말을 혼합한 경우 Mn 첨가량에 따라서 소결체의 상대밀도는 95.3-99.4%까지 변화하였다. 미세조직을 보면 0.25wt% Mn을 첨가하여 상대밀도가 99%이상인 경우에도 미세한 기공들이 존재하였다. 기공들은 우선적으로 W입계에 존재하여 W입자 성장을 억제시켰다. 반면 재성형과 재소결 방법으로 Mn을 첨가한 경우에는 완전 치밀화가 일어났다. 이는 원료분말을 혼합한 경우 첨가된 Mn이 W, Ni, Fe등에 존재하는 산소를 취하여 계속 산화상태를 유지하지만, 재성형이나 재소결 방법인 경우 Mn이 따로 존재하여 환원 조건에서 충분히 환원이 되었기 때문이라고 생각된다. 그러나 성형체나 소결체에 얹은 Mn이 완전히 녹아 들어가지 않아 정확한 Mn첨가량을 알 수는 없었다. 한편 재소결 방법으로 Mn을 첨가한 시편에서는 W입자와 W입자가 기지상에 의해 분리된 서로 떨어진 조직을 보이고 있다. 이는 처음 소결시 고상인 W입자와 기지상인 Ni-Fe-W가 평형을 이루다가 재소결시 새로이 첨가된 Mn이 소결온도에서 용해되어 기지상의 조성을 변화시키면서 W입자와 기지상의 계면성질을 변화시켰기 때문이라고 생각된다. W중합금에서 가장 취약한 부위인 W-W계면을 기지상으로 분리시킨 것은 미세조직 제어라는 관점에서 볼 때는 좋은 현상이라고 생각된다.

4. 결론

W중합금에 Mn을 첨가할 경우에는 재성형이나 재소결 방법을 이용하면 기공이 없는 완전 치밀화가 일어난 조직을 얻을 수 있었다. 이는 별도로 Mn을 첨가하여 환원이 충분히 이루어졌기 때문이라고 생각된다. 재소결 방법으로 Mn을 첨가하면 W-W계면이 거의 없는 미세조직을 얻을 수 있었다.

5. 참고문헌

- 1) A.Belhadjhamida and R.M.German, Tungsten & Tungsten Alloy, 1992, 195