

제 4원소 첨가에 따른 W 중합금의 미세조직 변화
(Effect of 4th-Elements Addition on the Microstructure of Tungsten Heavy Alloy)

국방과학연구소 김은표*, 홍문희, 백운형, 노준용
한양대학교 문인형

1. 서론

W-Ni-Fe계 중합금은 등근 순수W 입자와 Ni과 Fe에 W이 일부 용해된 기지상으로 구성되어 있으므로, 중합금의 기계적 성질은 W 입자의 형상에 크게 의존한다. W 입자의 형상은 제 4원소의 첨가에 따라 변화하기 때문에, W 중합금의 기계적 성질의 향상을 목적으로 최근 들어 몇몇 연구자들에 의해 제 4원소와 중합금의 미세조직과의 관계가 연구되고 있다. 그러나 텅스텐 중합금에 제 4원소를 첨가하는 방법에 대한 문제점으로 인하여, 제 4원소의 첨가에 따른 중합금의 미세조직 변화에 대한 연구가 체계적으로 진행되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 W중합금에 제 4원소를 첨가하는 방법을 개발하였으며, 이에 따른 미세조직 변화를 조사하고자 하였다.

2. 실험방법

무게비로 93W-5.6Ni-1.4Fe(Ni/Fe=8/2)의 조성을 갖는 원료분말을 혼합하여 사각금형으로 성형하였다. 이 성형체를 1485℃의 수소분위기에서 1시간 소결하여 소결체를 제조하고, 소결체 위에 제 4원소의 성형체를 얹은 후 소결하여 시편을 제조하였다. 첨가된 제 4원소로는 Ti, V, Cr, Mn, Zr, Nb, Ta 등을 들 수 있다. 소결후 시편의 상태를 조사하였고, 절단하여 광학 및 주사전자 현미경을 이용하여 미세조직을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

첨가된 제 4원소는 중합금의 미세 조직에 영향을 미치는 정도에 따라 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 첫째의 부류는 Ti, V, Zr, Nb등을 들 수 있으며, 이들의 첨가는 중합금의 미세조직에 거의 영향을 주지 못하였다. 둘째는 Cr, Mn, Ta등으로, 중합금의 미세조직에 큰 변화를 유발시켰다. 이들중 Cr의 경우에는 접촉 위치에 따라 상당한 미세조직의 차이가 관찰되었다. Cr과 접촉한 부분은 W 입자가 심하게 찌그러진 모습을 나타내었다. 중간부분에서는 찌그러진 정도가 약간 보이다가 시편의 하단부위에서는 전형적인 중합금의 미세조직을 나타내었다. 이는 첨가된 Cr이 Ni과 반응하여 기지상을 통하여 확산하여 중합금의 미세조직을 변화시키나 시편의 하단부위까지는 Cr이 충분히 확산하지 못하여 미세조직의 불균일성을 나타낸 것으로 판단된다. 한편 Ta을 첨가시킨 경우에는 시편의 전체에 걸쳐서 미세조직의 변화를 나타내었다. W 입자가 합쳐지면서 기이한 모양으로 변형되었고, 부분적으로 액상이 줄어들거나 물리는 현상이 관찰되었다. 한편 Mn을 첨가한 경우에는 기지상의 양이 증가하였고 W 입자가 약간 각진형태로 성장하였으며, W-W 계면에 기지상이 침투하여 contiguity를 크게 감소시켰다. 이는 기지상에만 용해되는 Mn이 W입자와 기지상간의 이면각을 변화시켰기 때문이라고 판단된다.